



SKRIPSI – ME 141501

**ANALISA PERFORMANCE BOOSTER PUMP
TERHADAP PUTARAN IMPELLER PADA KAPAL
DREDGER TIPE CSD (CUTTER SUCTION DREDGER)**

SITI FARIDHAH RAUDHATUN NAIFAH
NRP 4213 100 010

Dosen Pembimbing
Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



FINAL PROJECT – ME 141501

BOOSTER PUMP PERFORMANCE ANALYSIS TOWARDS ROTATION OF IMPELLER FOR CSD (CUTTER SUCTION DREDGER) DREDGER TYPE

SITI FARIDHAH RAUDHATUN NAIFAH
NRP 4213 100 010

Supervisor
Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2017

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA *PERFORMANCE BOOSTER PUMP* TERHADAP PUTARAN *IMPELLER* PADA KAPAL DREDGER TIPE CSD (*CUTTER SUCTION DREDGER*)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
SITI FARIDHAH RAUDHATUN NAIFAH
NRP. 4213 100 010

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi :



Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD, MMT
(1959 0410 1987 011001)

**SURABAYA,
JULI 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERFORMANCE BOOSTER PUMP TERHADAP PUTARAN IMPELLER PADA KAPAL DREDGER TIPE CSD (CUTTER SUCTION DREDGER)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Manufacturing and Design* (MMD)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
SITI FARIDHAH RAUDHATUN NAIFAH
NRP. 4213 100 010

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.
(1977 0802 2008 011007)

**SURABAYA,
JULI 2017**

ANALISA PERFORMANCE BOOSTER PUMP TERHADAP PUTARAN IMPELLER PADA KAPAL DREDGER TIPE CSD (CUTTER SUCTION DREDGER)

Nama Mahasiswa : Siti Faridhah Raudhatun Naifah
NRP : 4213 100 010
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD

ABSTRAK

Kapal keruk merupakan kapal yang berfungsi untuk mengambil atau memindahkan material yang berada di dasar perairan. . Kapal keruk berdasarkan alat keruk terbagi menjadi kapal keruk penghisap (*suction dredger*), kapal keruk timba (*bucket dredger*), kapal keruk *backhoe* dan *water injection dredger*. *Cutter Suction Dredger* merupakan kapal keruk yang biasa disebut juga kapal keruk hisap. Sistem kerja dari cutter suction dredger dengan menghisap material dari dasar air melalui pipa hisap yang ditaruh ke dasar air. Pada ujung pipa hisap dipasang gerigi pemotong (*cutter*) untuk memperkecil ukuran material yang akan masuk pipa hisap sehingga mempercepat proses pengerukan. Ketika kapal keruk beroperasi hal yang paling berperan adalah kinerja pompa. Untuk mengetahuinya diperlukan mengetahui nilai NPSH, mengetahui nilai yang berpengaruh dengan performa *booster pump*, dan bagaimana nilai efisiensi yang dihasilkan. Untuk menjaga performa dan efisiensi operasional, maka dilakukan analisa *performance booster pump* terhadap putaran *impeller*. Dalam pengerjaan tugas akhir ini akan dijelaskan proses penggambaran serta simulasi dari pompa. Dengan perubahan 3 jenis fluida serta variasi 5 RPM pada setiap jenis fluida. Sehingga dalam tugas akhir ini di simulasikan sebanyak 15 model. Pengerjaan tugas akhir ini menggunakan metode *Ansys CFD*. Akhir dari pengerjaan tugas ini yaitu nilai NPSHa = 6.8 m dan NPSHr = 2.8 m. Berdasarkan keadaan pure water didapatkan nilai RPM terendah 300 dengan hasil $V = 1.1366 \text{ m/s}$ dan $Q = 1227.52 \text{ m}^3/\text{h}$, nilai RPM tertinggi 600 dengan hasil $v = 1.1259 \text{ m/s}$ dan $Q = 1215.97 \text{ m}^3/\text{h}$. Pada keadaan 10% mud didapatkan nilai RPM terendah 300 dengan hasil $V = 0.9507 \text{ m/s}$ dan $Q = 1026.75 \text{ m}^3/\text{h}$, nilai RPM tertinggi 600 dengan hasil $v = 0.9862 \text{ m/s}$ dan $Q = 1065.09 \text{ m}^3/\text{h}$. Pada keadaan 40% mud didapatkan nilai RPM terendah 300 dengan hasil $V = 0.7335 \text{ m/s}$ dan $Q = 792.18 \text{ m}^3/\text{h}$, nilai RPM tertinggi 600 dengan hasil $v = 0.7589 \text{ m/s}$ dan $Q = 819.612 \text{ m}^3/\text{h}$. Maka pompa yang digunakan dalam tugas akhir ini lebih efisien digunakan untuk jenis fluida yang cenderung kental darimana cair, dan kurang efisien untuk digunakan pada keadaan fluida air murni

Kata kunci : Kapal keruk, *Cutter Suction Dredger (CSD)*, *Booster Pump*, *Ansys*

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BOOSTER PUMP PERFORMANCE ANALYSIS TOWARDS ROTATION OF IMPELLER FOR CSD (CUTTER SUCTION DREDGER) DREDGER TYPE

Name : Siti Faridhah Raudhatun Naifah
NRP : 4213 100 010
Departement : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisor : Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD

ABSTRACT

Dredger are a vessel for lift materials from sub surface to another place above the water surface. Dredger divided into some types such Suction Dredger, Bucket Dredger, Backhoe Dredger, and Water Injection Dredger. Cutter Suction Dredger is equipped with a rotating cutter head, for cutting and fragmenting hard soils. The soil is sucked up by means of dredge pumps, and discharged through a floating pipeline and pipes on shore, to a deposit area. In some cases, the material is discharged into split hopper barges that are moored alongside the Cutter Suction Dredger. These split hopper barges unload the soil at the deposit area. The most important part of dredger are the pump unit, NPSH is needed to figure the pump performance ability and how the efficiency number of the pump. Booster pump performance analysist are needed to maintain the pump's performance and efficiency. This thesis are describe about drawing process and computerized simulation at Ansys Software for pump performance with 3 different fluid types and 5 variations of impeller rotation. The number of NPSHa are 6.8 m and 2.8 for the NPSHr. Based on the pure water state, the lowest RPM value of 300 was obtained with $V = 1.1366 \text{ m/s}$ and $Q = 1227.52 \text{ m}^3/\text{h}$, the highest RPM value of 600 with the result $v = 1.1259 \text{ m/s}$ and $Q = 1215.97 \text{ m}^3/\text{h}$. In the 10% mud state, the lowest RPM 300 was obtained with the result $V = 0.9507 \text{ m/s}$ and $Q = 1026.75 \text{ m}^3/\text{h}$, the highest RPM value 600 with the result $v = 0.9862 \text{ m/s}$ and $Q = 1065.09 \text{ m}^3/\text{h}$. In the 40% mud state, the lowest RPM value of 300 was obtained with $V = 0.7335 \text{ m/s}$ and $Q = 792.18 \text{ m}^3/\text{h}$, the highest RPM 600 with the result $v = 0.7589 \text{ m/s}$ and $Q = 819.612 \text{ m}^3/\text{h}$. Then the pumps used in this final project are more efficiently used for fluid types which tend to be condensed from the liquid, and less efficient for use in the state of pure water fluid

Keywords : Dredger, Cutter Suction Dredger (CSD), Booster Pump, Ansys

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan seluruh rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisa *Performance Booster Pump* Terhadap Putaran *Impeller* Pada Kapal Dredger Tipe CSD (*Cutter Suction Dredger*)” dengan baik.

Laporan Skripsi ini disusun dan diselesaikan untuk memenuhi mata kuliah Skripsi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan. Dalam proses penyusunan dan pengerjaan Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan moral yang sangat berarti dari berbagai pihak. Sebagai bentuk rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Orang Tua tercinta, kakak kakak saya tersayang serta keluarga yang selalu memberi dukungan, semangat, dan doa yang tak pernah terputus.
2. Ir. Tony Bambang Musriyadi, PGD selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan dan nasehat selama menyusun skripsi
3. Irfan Syarif Arief, S.T, M.T selaku KaLab. Marine Manufacturing and Design (MMD) yang selalu membarikan saran dan dan masukan
4. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama penulis menjalani masa perkuliahan.
5. Dr. Eng Muhammad Badrus Zaman, ST., MT selaku ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
6. Fath Raditya Yonanda yang selalu memberi arahan, menasehati, memotivasi dan memberi kasih sayang kepada penulis.
7. Favi, Regita, Rindu, Fitri, Alvis, Tepe, Sasmita dan semua pengurus lab.MMD yang telah membantu dan selalu memberikan semangat kepada penulis
8. Istiqomah, Irma, dan Teman teman Barakuda,13 yang telah memngajarkan kebersamaan, memberikan semangat dan optimisme, serta makna kekeluargaan.

Penulis sadar bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata, besar harapan penulis bahwa Skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat sebanyak-banyaknya bagi pembaca sekalian.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penulisan	2
1.5. Manfaat Penulisan	2
BAB II	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Pengerukan	3
2.2. Sistem <i>Cutter Suction Dredger</i>	4
2.3. Pompa Sentrifugal	5
2.3.3. Grafik Pompa Sentrifugal.....	7
2.4. Perhitungan NPSH.....	9
2.5. CFD (<i>Computational Fluid Dynamic</i>).....	11
2.5.1. ANSYS	12
BAB III.....	15
METODE PENELITIAN	15
3.1. Definisi Masalah.....	15
3.2. Studi Literatur	15
3.3. Pembuatan Model	15
3.4. <i>Running</i> Model	15
3.5. Pencatatan Hasil Running.....	16
3.6. Analisa Data.....	16
3.7. Kesimpulan	16
BAB IV.....	19

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Perhitungan NPSH Pompa CSD	19
4.2. Proses Simulasi Pompa.....	20
4.2.1. Penggambaran dan Meshing	20
4.2.2. Simulasi Pompa.....	21
4.2.3. Hasil Simulasi Pompa	23
4.3. Pembahasan	25
BAB V	33
KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1. KESIMPULAN.....	33
5.1. SARAN.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Keruk.....	4
Gambar 2.2 <i>Cutter Suction Dredger</i>	5
Gambar 2.3 Bagian-bagian Pompa.....	6
Gambar 2.4 Grafik <i>Head</i> terhadap Kapasitas pada Pompa	7
Gambar 2.5 Grafik <i>Efficiency</i> terhadap Kecepatan	8
Gambar 2.6 Grafik NPSH terhadap <i>power</i>	8
Gambar 2.7 Contoh Proses Pengerjaan dengan ANSYS	13
Gambar 3.1 Bagan Metodologi	17
Gambar 4.1 Dimensi Pompa	20
Gambar 4.2 Penggambaran Pompa 3D	20
Gambar 4.3 Hasil setelah dilakukan <i>meshing</i>	21
Gambar 4.4 Proses Simulasi.....	22
Gambar 4.5 Hasil aliran simulasi	23
Gambar 4.6 Tampilan perubahan velocity pada pompa.....	23
Gambar 4.7 Perbandingan <i>velocity</i> terhadap RPM saat keadaan pure water	25
Gambar 4.8 Perbandingan <i>velocity</i> terhadap RPM saat keadaan mud 10%	26

Gambar 4.9 Perbandingan <i>velocity</i> terhadap RPM saat keadaan mud 40%	27
Gambar 4.10 Perbandingan <i>velocity</i> terhadap RPM total	28
Gambar 4.11 Perbandingan efisiensi terhadap RPM saat keadaan <i>pure water</i> ..	29
Gambar 4.12 Perbandingan efisiensi terhadap RPM saat keadaan <i>mud</i> 10%	30
Gambar 4.13 Perbandingan efisiensi terhadap RPM saat keadaan <i>mud</i> 40%	31
Gambar 4.14 Perbandingan efisiensi terhadap RPM total	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tekanan Atmosferik dan Barometrik Air Menurut Ketinggian	10
Tabel 2.2 Tekanan Uap Air	11
Tabel 3.1 Contoh Tabel Hasil Simulasi	16
Tabel 4.1 Hasil simulasi pure water	24
Tabel 4.2 Hasil simulasi 10 % mud.....	24
Tabel 4.3 Hasil simulasi 40 % mud.....	24

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan sebuah Negara Maritim. Posisi geografis Indonesia berperan global yang sangat besar di seluruh dimensi kemaritimannya. Sejak pelayaran dan perdagangan antar pulau telah berkembang dengan menggunakan berbagai macam tipetipe kapal. Dengan seiring berkembangnya teknologi maka kapal-kapal di Indonesia dapat dikembangkan seperti jenis kapal keruk.

Kapal keruk merupakan kapal yang berfungsi untuk mengambil atau memindahkan material yang berada di dasar perairan. Material yang bisa diambil antara lain endapan lumpur, pasir, bahan tambang dan lainnya. Oleh karena itu kapal keruk sering dipakai untuk mengeruk sungai, memperdalam jalur air pelabuhan, penambangan, reklamasi, pemasangan kabel dasar laut dan lainnya. Kapal keruk berdasarkan alat keruk terbagi menjadi kapal keruk penghisap (*suction dredger*), kapal keruk timba (*bucket dredger*), kapal keruk *backhoe* dan *water injection dredger*.

Cutter Suction Dredger merupakan kapal keruk yang biasa disebut juga kapal keruk hisap. Sistem kerja dari *cutter suction dredger* dengan menghisap material dari dasar air melalui pipa hisap yang ditaruh ke dasar air. Pada ujung pipa hisap dipasang gerigi pemotong (*cutter*) untuk memperkecil ukuran material yang akan masuk pipa hisap sehingga mempercepat proses pengerukan. Pompa hisap yang dipakai pada umumnya yaitu berjenis pompa sentrifugal. Material kerukan dari pompa kemudian ditampung dibak penampungan atau disalurkan ke tongkang. Pompa sentrifugal tersebut memiliki kapasitas hisap yang besar sehingga dapat menghisap material dari dasar perairan.

Pada perairan sungai umumnya menggunakan kapal keruk tipe hisap yang berukuran kecil dan tidak memiliki alat propulsi, sehingga memerlukan kapal pendukung lainnya ketika beroperasi seperti tongkang atau kapal tunda. Tongkang yang digunakan berfungsi untuk menampung hasil kerukan. Sedangkan kapal tunda berfungsi untuk membantu kapal menuju lokasi pengerukan.

Ketika kapal keruk beroperasi hal yang paling berperan adalah kinerja pompa. Untuk menjaga performa dan efisiensi operasional, maka dilakukan analisa *performance booster pump* terhadap putaran *impeller*. Karena sejatinya, medan operasional kapal akan sering berpindah tempat. Dimana dengan perbedaan topografinya, material yang di hisap juga akan berubah. Dari kondisi material yang memiliki kandungan pasir dan batuan yang minim hingga dasar perairan yang memiliki kondisi berbatu keras dan berlumpur padat. *Impeller* akan memiliki performa yang berbeda apabila kondisi material yang dihisap juga berbeda. Sehingga pada tugas akhir ini dilakukan analisa terhadap kinerja *impeller* pada kondisi operasional yang relatif ringan hingga pada kondisi operasional terberatnya.

1.2. Perumusan Masalah

Pada dasarnya performa pada *impeller* berbeda sesuai dengan kondisi jenis material yang dihisap. Sehingga dibutuhkan analisa terhadap kinerja *impeller* pada kondisi operasional yang relatif ringan hingga pada kondisi terberatnya. Oleh karena itu untuk mendapatkannya diperlukan analisa performance booster pump terhadap putaran *impeller*. Dalam melakukan penelitian tersebut, hasil putaran RPM berpengaruh terhadap efisiensi *impeller*. Begitu juga kinerja *impeller* terhadap jenis fluida yang digunakan.

1.3. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan fokus penelitian maka diperlukan beberapa batasan masalah. Batasan-batasan masalah tersebut adalah :

1. *Loses* yang terjadi pada kinerja pompa diabaikan
2. Tidak melakukan analisa kekuatan material
3. Tidak membahas struktur partikel fluida yang tercampur
4. Tidak memperhitungkan material *casing* pompa

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai NPSH pompa pada *Cutter Suction Dredger*
2. Mengetahui putaran rpm berpengaruh pada efisiensi *impeller*.
3. Mengetahui *performance booster pump* dengan menyesuaikan kondisi fluida yang berbeda

1.5. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat yang dapat diambil dalam analisa penelitian ini adalah ;

1. Mengetahui efisiensi yang paling bagus dalam pemilihan pompa ketika di aplikasikan langsung pada kapal keruk
2. Ketika memperhitungkan aliran fluida, maka dapat mengetahui bagaimana pengaruh *impeller* pada kapal keruk
3. Mengetahui bagaimana kelebihan dan kekurangan partikel fluida yang akan mempengaruhi kinerja kapal keruk tersebut

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengerukan

Pengerukan merupakan sebuah proses, cara, aktifitas mengeruk dimana pertiannya adalah mengambil tanah atau material dari sebuah lokasi di bawah permukaan air, yang biasanya merupakan perairan dangkal seperti sungai, danau, laut dangkal serta muara, dan memindahkannya ke lokasi lain. Untuk melakukan pengerukan biasanya digunakan kapal keruk yang memiliki alat-alat khusus sesuai dengan kondisi di areal yang akan di keruk, yaitu :

1. Kondisi dasar air (berbatu, berpasir, dll)
2. Area yang akan dikeruk (sungai, danau, muara, laut dangkal, dll)
3. Peraturan dan hal-hal yang diminta oleh pemerintah lokal ataupun pihak yang meminta dilakukan pengerukan

Langkah dan Tahap Pengerukan

Pengerukan utamanya terdiri dari tiga tahap :

1. Memisahkan dan mengambil material dari dasar air dengan menggunakan :
 - Pengikisan (*erosion*)
 - Memancarkan air bertekanan tinggi (*jetting*)
 - Memotong (*cutting*)
 - Menghisap (*suction*)
 - Memecah (*breaking*)
 - Mengambil dengan menggunakan *bucket (grabbing)*
1. Mengangkut material dengan menggunakan
 - Tongkang (*barges*)
 - Tongkang khusus dengan wadah penampung (*hoppers*)
 - Pipa terapung
 - *Conveyor*
 - Truk
1. Pembuangan material tersebut dengan menggunakan
 - Pembuangan pipa
 - Alat angkat (*crane*)
 - Membuka pintu di bawah pada beberapa kapal tongkang yang didesain secara khusus (*hoppers barges*)



Gambar 2.1 Kapal Keruk

2.2. Sistem Cutter Suction Dredger

Kapal Keruk berdasarkan cara penggalian dan operasinya dapat dibagi dalam 3 jenis, yaitu cara mekanik, cara hidrolik dan cara hidrodinamik. Kapal keruk Hidrolik itu mencakup seluruh peralatan keruk yang menggunakan Pompa sentrifugal dalam sistem transportasinya memindahkan material hasil pengerukan. CSD diklasifikasikan kedalam kapal keruk Hidrolik, yang memiliki kemampuan untuk mengeruk hampir seluruh jenis tanah (Pasir, Tanah liat, Batu).

Prosedure pekerjaan pengerukan dengan menggunakan *Cutter Suction Dredger*. Pergerakan CSD dalam mengeruk menggunakan Jangkar yang disambung dengan Sling yang diikatkan pada *Cutterhead*, dengan *Winch Draghead* ditarik kekiri-kanan untuk memotong material di dalam air. Sedangkan satu *Spud* bekerja agar CSD tetap pada posisinya. Untuk menggerakkan CSD pada lokasi lain dengan menggunakan *Spud* (seperti melangkah) salah satu *Spud* station dan *Spud* lainnya bergerak maju. Untuk pergerakan vertikal *Draghead*, dengan menggunakan *Winch* yang disambungkan dengan sling dan diikatkan pada *Pontoon/Barge*. Segala kegiatan dalam air di monitor melalui Komputer, yaitu pergerakan *Draghead*, sudut CSD dan tekanan pada pipa buang. Material disalurkan melalui pipa.

Sistem kerja dari *cutter suction dredger* dengan menghisap material dari dasar air melalui pipa hisap yang ditaruh ke dasar air. Pada ujung pipa hisap dipasang gerigi pemotong (*cutter*) untuk memperkecil ukuran material yang akan masuk pipa hisap sehingga mempercepat proses pengerukan. Pompa hisap yang dipakai pada umumnya yaitu berjenis pompa sentrifugal. Material kerukan dari pompa kemudian ditampung dibak penampungan atau disalurkan ke tongkang. Pompa sentrifugal tersebut memiliki

kapasitas hisap yang besar sehingga dapat menghisap material dari dasar perairan. Yang mempengaruhi kerja CSD adalah :

- karakteristik tanah, besaran butiran, SPT, plastisitas, berat isi;
- kedalaman keruk;
- kondisi cuaca, ombak, arus;
- lalu-lintas;
- pasang-surut;
- daya pompa;
- jenis *Cutterhead*;
- panjang pipa;
- daya *winch*;
- ketebalan material yang dikeruk;



Gambar 2 .2 Cutter Suction Dredger

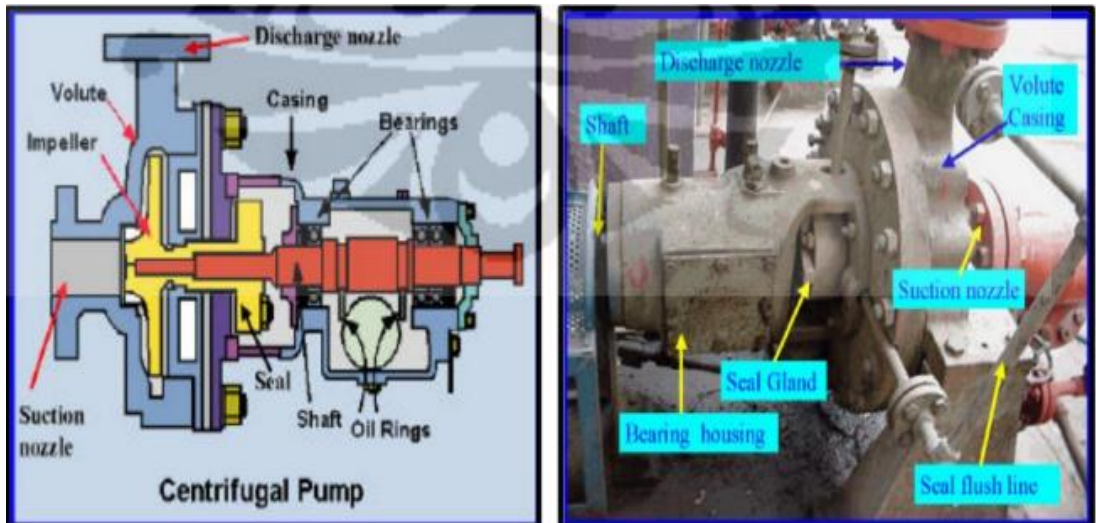
2.3. Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah pompa *non positive displacement* yang memanfaatkan gerakan berputar *impeller* sehingga membawa fluida kearah luar pusat putaran (gaya sentrifugal). Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antar bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran.

Pompa sentrifugal terbagi lagi menjadi pompa radial dan pompa aksial. Perbedaannya yaitu pada sisi buang (*discharge*) pompa dimana pada pompa sentrifugal sisi buang tegak lurus dengan sisi hisap sedangkan pada pompa aksial, sisi buang segaris dengan sisi hisap pompa. Umumnya orang menyebut pompa radial dengan sebutan pompa sentrifugal sedangkan pompa aksial disebut pompa aksial atau *propeller*.

Pompa sentrifugal (radial) memiliki karakteristik utama yaitu *head besar*. Sehingga banyak dipilih untuk industri. Sedangkan pompa aksial (*propeller*) memiliki karakteristik utama yaitu *head rendah* dengan aliran/debit besar. Sehingga dipilih untuk *system pengairan* atau dipakai pada *system propulsi waterjet*.

2.3.1. Bagian – bagian Pompa Sentrifugal



Gambar 2.3 Bagian-bagian Pompa

Keterangan :

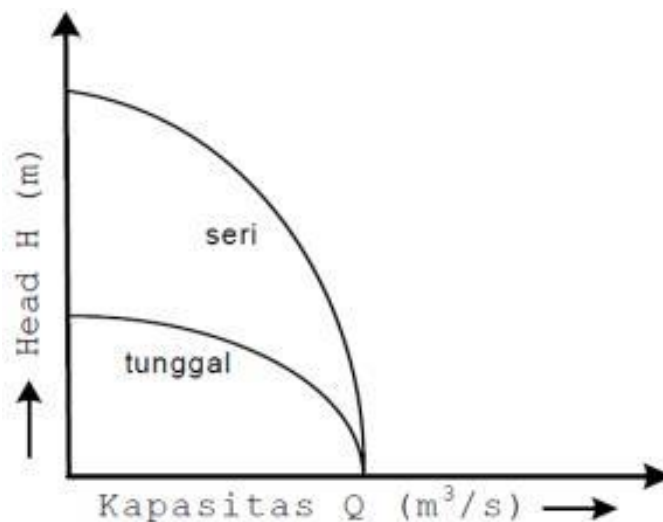
- *Shaft* (poros) : penerus gaya puntir mesin ke pompa
- *Bearing* (bantalan) : alat untuk menumpu beban poros sehingga menjaga posisi shaft agar tidak berubah selama berputar
- *Oil rings* : system pelumasan *shaft* dan *bearing*
- *Seal* : melindungi dari kebocoran air dalam volume melewati shaft
- *Casing/Bearing Housing* : menutup dan melindungi bearing dan shaft dari kotoran
- *Impeller* : piringan berongga dengan sudu-sudu melengkung untuk mengubah energy gerak shaft menjadi energy kecepatan air selama berputar
- *Volute* : rumah *impeller* yang berfungsi untuk melindungi *impeller* dan mengarahkan aliran cairan menuju sisi buang pompa
- *Discharge nozzle* : saluran buang pompa
- *Suction nozzle* : saluran hisap pompa

2.3.2. Cara Kerja Pompa Sentrifugal

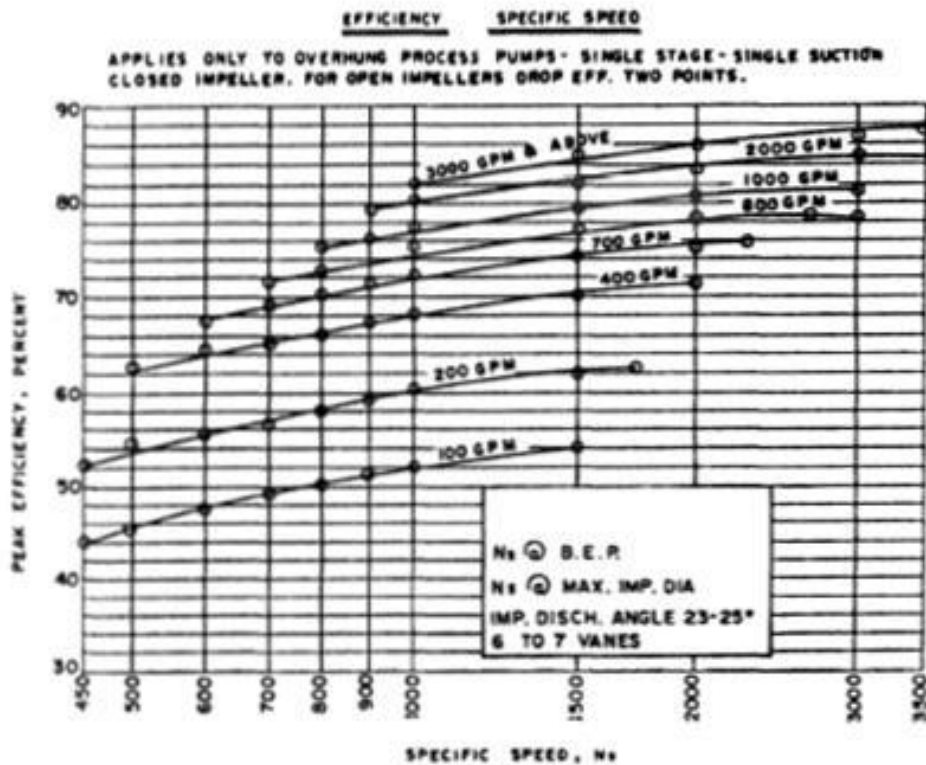
Impeller adalah semacam piringan berongga dengan sudu-sudu melengkung di dalamnya dan dipasang pada poros yang digerakkan oleh motor listrik, mesin uap atau turbin uap. Pada bagian sampung dari *impeller* dekat dengan poros, dihubungkan dengan saluran isap, dan cairan (air, minyak, dll) masuk ke dalam *impeller* yang berputar melalui saluran tersebut. Dan karena gerakan berputar akibat gaya sentrifugal yang terjadi, air didesak keluar menjauhi pusat, dan masuk dalam ruangan antar keliling *impeller* bagian luar dan rumah pompa, dan menuju ke saluran keluar.

2.3.3. Grafik Pompa Sentrifugal

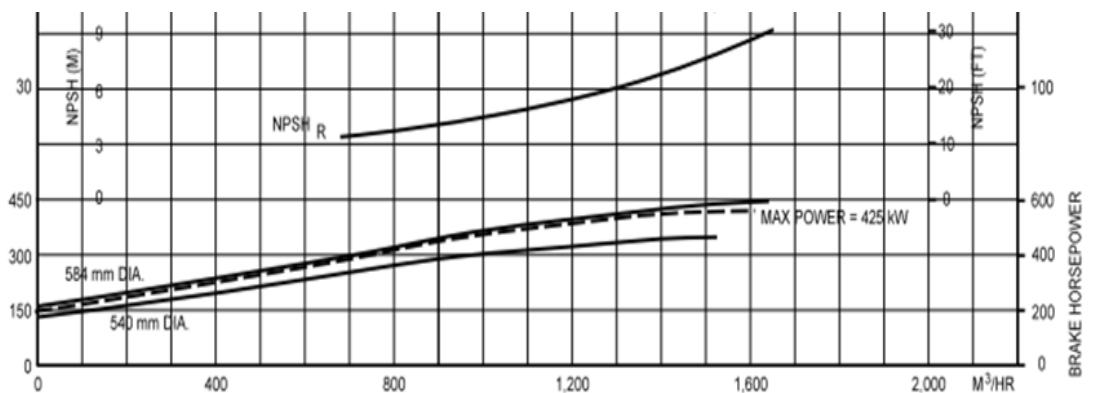
Grafik Pompa Sentrifugal adalah grafik yang di dapatkan ketika semua solusi sudah terselesaikan. Nilai yang sudah di hasilkan dapat diketahui bagaimana pengaruh setiap keadaan. Dengan membuat grafik dapat menyimpulkan hasil perbandingan suatu keaan khususnya pada pompa dalam pembahasan ini.



Gambar 2 .4 Grafik *Head* terhadap Kapasitas pada Pompa



Gambar 2.5 Grafik *Efficiency* terhadap Kecepatan



Gambar 2.6 Grafik NPSH terhadap *power*

2.4. Perhitungan NPSH

NPSH adalah kebutuhan minimum pompa untuk bekerja secara normal. NPSH menyangkut apa yang terjadi di bagian *suction* pompa, termasuk apa yang datang ke permukaan pendorong. NPSH dipengaruhi oleh pipa *suction* dan konektor-konektor, ketinggian dan tekanan fluida dalam pipa *suction*, kecepatan fluida dan temperatur. NPSH dinyatakan dalam satuan *feet*.

Ada 2 macam NPSH yaitu NPSHa (*Net Positive Suction Head Available*) dan NPSHr (*Net Positive Suction Head Required*). NPSHa adalah nilai NPSH yang ada pada *system* di mana pompa akan bekerja. NPSHr adalah nilai NPSH spesifik pompa agar bekerja dengan normal, yang diberikan oleh pembuat berdasarkan hasil pengtesan.

NPSHa dapat dicari dengan formula:

$$\text{NPSHa} = \text{Ha} + \text{Hs} - \text{Hvp} - \text{Hf} - \text{Hi}$$

- $\text{Ha} = \text{Atmospheric Head}$ (dalam *feet*), yaitu tekanan atmosferik pada ketinggian terhadap permukaan laut. Untuk menentukan Ha kita perlu memperhatikan tangki atau *vessel* yang isinya akan disedot dengan pompa, apakah itu tangki terbuka atau berventilasi, atau apakah itu tertutup/kedap udara. Nilai Ha dimulai dari 33.9 *feet* (14.7 *psi* x 2.31).
- $\text{Hs} = \text{Static Head level}$ fluida, positif atau negatif (dalam *feet*) Yaitu tinggi dari *center line suction* pompa ke level fluida dalam tangki yang akan disedot. Elevasi yang positif menambahkan energi ke fluida dan elevasi negatif menyerap energi dari fluida.
- $\text{Hvp} = \text{Vapor Head}$ fluida (dalam *feet*) *Vapor Head* dikalkulasi dengan memantau temperatur fluida dan mencocokkan nilai Hvp nya pada grafik yang terlampir.
- $\text{Hf} = \text{Friction Head}$ atau *Friction Losses* dalam suction piping dan konektor-konektornya. *Friction Head* dapat dikalkulasi, dtaksir atau diukur. Nilai *Friction Head* dapat dikalkulasi dengan melihat tabel *Friction Head* pipa dan fitting. Jika jarak pompa dari tangki relative dekat maka nilai *Friction Head* dapat diabaikan.
- $\text{Hi} = \text{Inlet Head}$ atau kehilangan energi yang terjadi pada leher suction pompa (dari *flange* sampai permukaan baling-baling) dinyatakan dalam *feet*. Dapat juga disebut *safety factor 2 feet*.

Tabel 2. 1 Tekanan Atmosferik dan Barometrik Air Menurut Ketinggian

Ketinggian		Tekanan Barometrik		Tekanan Atmosferik		Titik Didih
Kaki (Feet)	Meter	Inch Hg	mm Hg	Psia	Feet Water	Air
-1000	-304.8	31.0	788	15.2	35.2	213.8
-500	-152.4	30.5	775	15.0	34.6	212.9
0	0.0	29.9	760	14.7	33.9	212.0
500	152.4	29.4	747	14.4	33.3	211.1
1000	304.8	28.9	734	14.2	32.8	210.2
1500	457.2	28.3	719	13.9	32.1	209.3
2000	609.6	27.8	706	13.7	31.5	208.4
2500	762.0	27.3	694	13.4	31.0	207.4
3000	914.4	26.8	681	13.2	30.4	206.5
3500	1066.8	26.3	668	12.9	29.8	205.6
4000	1219.2	25.8	655	12.7	29.2	204.7
4500	1371.6	25.4	645	12.4	28.8	203.8
5000	1524.0	24.9	633	12.2	28.2	202.9
5500	1676.4	24.4	620	12.0	27.6	201.9
6000	1828.8	24.0	610	11.8	27.2	201.0
6500	1981.2	23.5	597	11.5	26.7	200.1
7000	2133.6	23.1	587	11.3	26.2	199.2
7500	2286.0	22.7	577	11.1	25.7	198.3
8000	2438.4	22.2	564	10.9	25.2	197.4
8500	2590.8	21.8	554	10.7	24.7	196.5
9000	2743.2	21.4	544	10.5	24.3	195.5
9500	2895.6	21.0	533	10.3	23.8	194.6
10000	3048.0	20.6	523	10.1	23.4	193.7

Tabel 2.2 Tekanan Uap Air

Temperatur		Specific Gravity	Kepadatan	Tekanan	Tekanan Uap Air
°F	°C	60°F		Uap Air (Psi)	(Feet Abs.)
32	0	1.002	62.42	0.0885	0.204
40	4.4	1.001	62.42	0.1217	0.281
45	7.2	1.001	62.40	0.1475	0.340
50	10.0	1.001	62.38	0.1781	0.411
55	12.8	1.000	62.36	0.2141	0.494
60	15.6	1.000	62.34	0.2563	0.591
65	18.3	0.999	62.31	0.3056	0.706
70	21.1	0.999	62.27	0.6331	0.839
75	23.9	0.998	62.24	0.4298	0.994
80	26.7	0.998	62.19	0.5069	1.172
85	29.4	0.997	62.16	0.5959	1.379
90	32.2	0.996	62.11	0.6982	1.617
95	35.0	0.995	62.06	0.8153	1.890
100	37.8	0.994	62.00	0.9492	2.203
110	43.3	0.992	61.84	1.2750	2.965
120	48.9	0.990	61.73	1.6920	3.943
130	54.4	0.987	61.54	2.2230	5.196
140	60.0	0.985	61.39	2.8890	6.766
150	65.6	0.982	61.20	3.7180	8.735
160	71.1	0.979	61.01	4.7410	11.172
170	76.7	0.975	60.79	5.9920	14.178
180	82.2	0.972	60.57	7.5100	17.825
190	87.8	0.968	60.35	9.3390	22.257
200	93.3	0.964	60.13	11.5260	27.584
212	100.0	0.959	59.81	14.6960	35.353
220	104.4	0.956	59.63	17.1860	41.343
240	115.6	0.984	59.10	24.9700	60.770
260	126.7	0.939	58.51	35.4300	87.050
280	137.8	0.929	58.00	49.2000	122.180
300	148.9	0.919	57.31	67.0100	168.220
320	160.0	0.909	56.66	89.6600	227.550
340	171.1	8.898	55.96	118.0100	303.170
360	182.2	0.886	55.22	153.0400	398.490
380	193.3	0.874	54.47	195.7700	516.750

2.5. CFD (Computational Fluid Dynamic)

CFD merupakan ilmu sains dalam penyelesaian *numeric* dinamika fluida. CFD adalah pendekatan ketiga dalam studi dan pengembangan dinamika selain pendekatan teori dan eksperimen murni. Adapun beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dengan menggunakan perangkat lunak CFD yaitu :

- Meminimalisasi waktu dan biaya dalam mendesain produk, bila proses desain tersebut dilakukan dengan uji eksperimen dengan akurasi yang tinggi

- b. Memiliki kemampuan system studi yang dapat mengendalikan percobaan sulit atau tidak mungkin bila dilakukan dengan eksperimen
- c. Memiliki kemampuan studi dibawah kondisi berbahaya pada saat atau sesudah melewati titik kritis (termasuk studi keselamatan dan scenario kecelakaan).
- d. Keakuratannya akan selalu dikontrol dalam proses desain

Aplikasi dari CFD untuk penyelesaian masalah aliran pada pompa telah mengalami kemajuan cukup pesat pada belakangan ini. Dengan CFD memungkinkan untuk memprediksi fenomena aliran fluida yang jauh lebih kompleks dengan tingkat akurasi yang berbeda-beda.

Dalam desain kerjanya, problem yang ada perlu dideskripsikan keadaan software CFD dengan menggambarkan model yang akan dianalisis. Selanjutnya, dalam solver problem yang akan dihitung dengan pendekatan persamaan *Navier Stokes*. Dari hasil perhitungan kemudian didapatkan hasil *output* dari *running* program CFD.

CFD merupakan analisa system yang mencakup aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait. Seperti reaksi kimia dengan menggunakan simulasi berbasis *computer (numeric)*. Teknik ini sangat berguna dan dapat diaplikasikan pada bidang industry maupun noni-industry. Kode CFD terstruktur atas logaritma fluida. *Code Computational Fluida Dynamic* terbagi atas tiga elemen utaman yaitu :

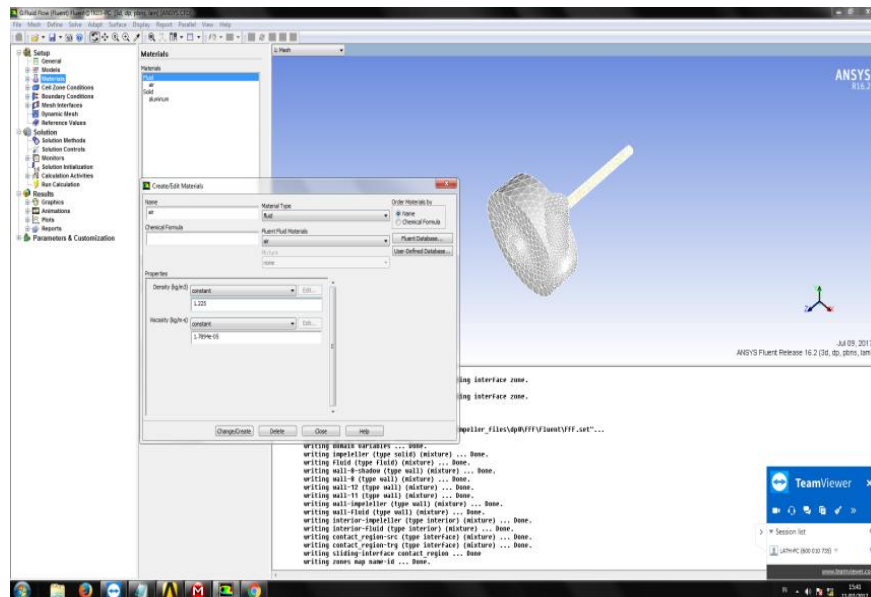
1. *Pre Processor (CFX Build)*
2. *Solver Manager*
3. *Post Processor (Visualize)*

2.5.1. ANSYS

ANSYS *Workbench* adalah salah satu perangkat lunak berbasiskan metode elemen hingga yang dipakai untuk menganalisa masalah-masalah rekayasa (*engineering*). ANSYS *Workbench* menyediakan fasilitas untuk berinteraksi antar *solvers* famili ANSYS. ANSYS *Workbench* juga dapat berintegrasi dengan perangkat lunak CAD sehingga memudahkan pengguna dalam membangun model geometri dengan berbagai perangkat lunak CAD. Sependeck pengetahuan saya, beberapa perangkat lunak tersebut adalah *Catia* dan *Solidwork*. Ansys dapat berjalan di *platform Windows* dan *Linux*.

ANSYS *Workbench* berisi beberapa fasilitas, diantaranya:

- *Mechanical*, untuk analisa struktur (statik) dan *thermal* (perpindahan panas)
- *Fluid Flow*, yang terdiri dari ANSYS CFX dan *Fluent*, untuk analisa CFD (*computational fluid dynamics*).
- *Engineering Data*, sebagai database material lengkap dengan propertiesnya.
- *Design Modeler*, digunakan untuk membangun geometri model yang akan dianalisa. Juga dapat digunakan untuk memodiifikasi hasil gambar dari perangkat lunak CAD.
- *Meshing Application*, fasilitas untuk “*meshing*” baik pada CFD maupun *Explicit Dynamics*.



Gambar 2.7 Contoh Proses Pengerjaan dengan ANSYS

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Definisi Masalah

Dalam penyelesaian penelitian ini untuk mendukung keberhasilan maka harus ada kejelasan metode yang menjadi dasar dari kerangka dalam proses penulisan penelitian. Kerangka ini berisi tentang tahapan-tahapan yang harus dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi di penelitian ini. Dimulai dari identifikasi masalah sampai dengan dokumentasi laporan tugas akhir, serta langkah – langkah proses analisa sampai menghasilkan kesimpulan.

3.2. Studi Literatur

Tahap selanjutnya setelah pendefinisian masalah adalah studi literature. Pada tahap ini dilakukan studi literature dengan tujuan untuk mendapatkan rangkuman dari dasar-dasar teori yang telah ada, acuan serta berbagai informasi yang dapat menjadi pendukung pada pengerjaan tugas akhir ini. Studi literature ini dapat diperoleh dari buku, jurnal, paper atau dari internet yang sesuai dengan bahasan dari tugas akhir ini. Selain dari sumber-sumber di atas, studi literature dapat diperoleh dengan melakukan tanya jawab dengan pihak-pihak yang berkepentingan dan berkompeten pada bahasan tugas akhir ini.

3.3. Pembuatan Model

Pada tahap ini dilakukan pembuatan model dari impeller menggunakan software *AutoCAD* yang dibuat sedemikian rupa sehingga mempunyai detail bentuk gambar 3D sesuai dengan kondisi asli dari *impeller* pompa. *Impeller* dari pompa memiliki detail sebagai berikut :

- *Diameter* : 950 mm
- *Speed* : 600
- *Discharge* : 300 mm
- *Suction* : 250 mm

Model yang telah di buat melalui *AutoCAD* akan dilakukan meshing pada *software* CFD dengan besaran meshing yang sesuai kebutuhan.

3.4. Running Model

Setelah pembuatan model dirasa selesai dengan hasil terbaik yang dapat dicapai maka langkah berikutnya adalah dengan melakukan running model menggunakan software CFD untuk menghasilkan data laju aliran dan properties lainnya. Pada proses ini dilakukan 2 macam jenis variasi running. Yang pertama adalah variasi material material yang dihisap oleh pompa. Setiap daerah operasional dari dredger biasanya mempunyai karakteristik material yang berbeda, sehingga berpengaruh pula pada laju aliran serta nilai effisiensinya. Kondisi kedua adalah variasi dari putaran impeller, setiap nilai putaran akan menghasilkan data yang berbeda pula walaupun dengan kondisi material yang sama.

3.5. Pencatatan Hasil Running

Setelah melakukan proses running maka akan dilakukan pengamatan dan pencatatan hasil *running* dari simulasi aliran fluida yang melewati *impeller* pada 3 kondisi density material oleh pompa.

Tabel 3 .1 Contoh Tabel Hasil Simulasi

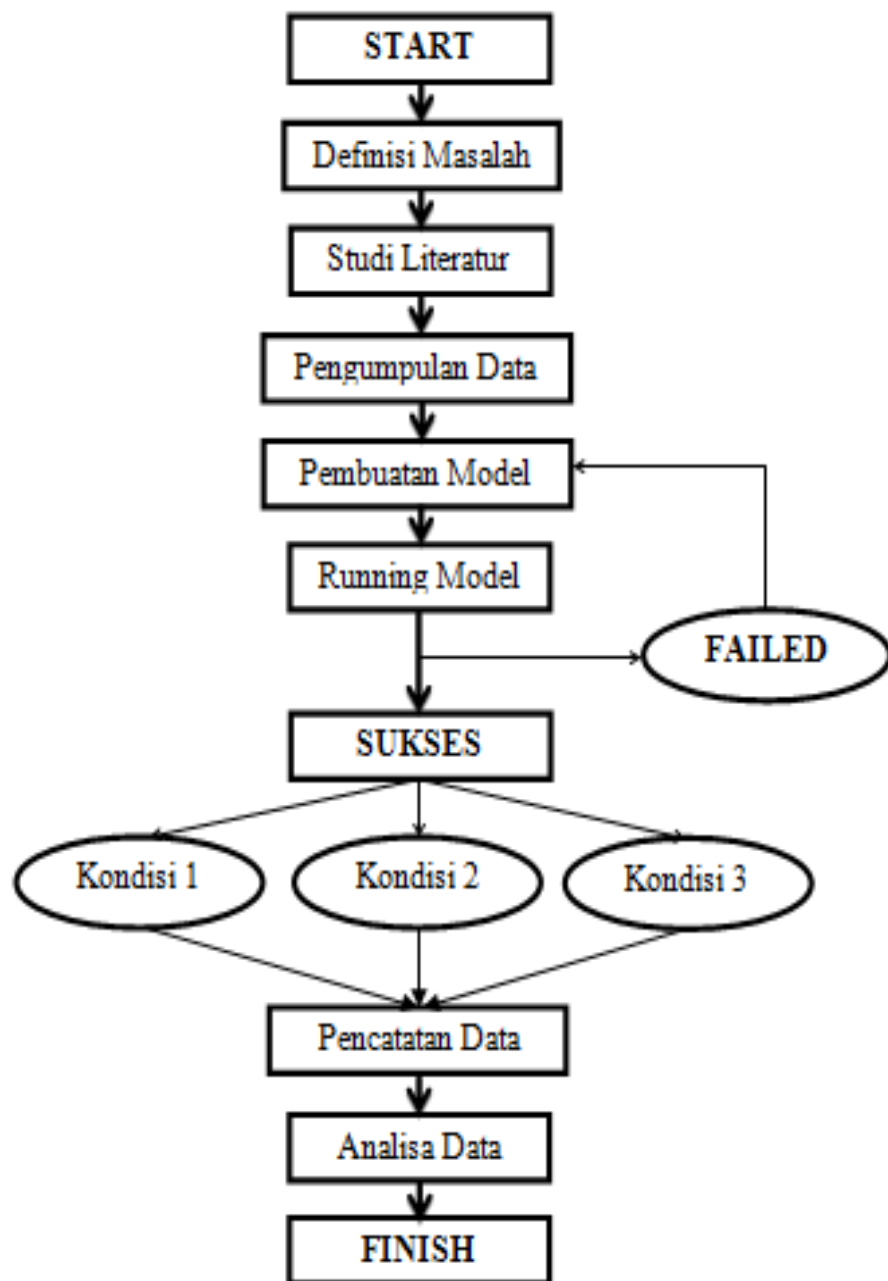
Putaran impeller (rpm)	Velocity (V)	Capacity (Q)	Efficiency (η)

3.6. Analisa Data

Setelah data di record pada tabel, dilakukan analisa data yang telah diambil dengan membuat grafik performa impeller. Grafik akan di kelompokkan untuk setiap kondisi material dan putaran impeller yang sudah melewati proses running pada tahap sebelumnya. Contoh hasil grafik untuk salah satu kondisi material adalah sebagai berikut.

3.7. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa data yang diperoleh, maka selanjutnya akan dapat ditarik kesimpulan dari analisa data tersebut, serta memberikan saran-saran atau rekomendasi yang dapat menunjang untuk dilakukan penelitian di waktu yang akan datang



Gambar 3 .1 Bagan Metodologi

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan NPSH Pompa CSD

NPSH adalah kebutuhan minimum pompa untuk bekerja secara normal. NPSH menyangkut apa yang terjadi di bagian suction pompa, termasuk apa yang datang ke permukaan pendorong. NPSH dipengaruhi oleh pipa suction dan konektor-konektor, ketinggian dan tekanan fluida dalam pipa suction, kecepatan fluida dan temperatur. NPSH dinyatakan dalam satuan *feet*.

$$\text{NPSH} = \text{Ha} \pm \text{Hs} - \text{Hvp} - \text{Hf} - \text{Hi}$$

Head Atmosfer (feet)

Nilai diambil dari nilai Head Atmosfer terendah karena pada ketinggian pompa pada level 0 meter dari permukaan laut. (Dari tabel 1)

Head Statis (feet)

Tinggi dari centerline suction ke level terendah ujung suction

Head Vaporized Air (feet)

Nilai dari table tekanan uap air oleh suhu air

Head Friction (feet)

Nilai head akibat *losses* panjang pipa suction dan sambungan

Head Inlet (feet)

Nilai head akibat *losses* pada sisi inlet pompa

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ NPSHa} &= \text{Ha} \pm \text{Hs} - \text{Hvp} - \text{Hf} - \text{Hi} \\ &= 33.9 + 196.8 - 1.379 - 5 - 2 \\ &= 22.321 \text{ ft} \\ &= 6.8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \text{ H pompa} &= 60 \text{ m} \\ \text{Q pompa} &= 1300 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 220 \text{ l/sec} \\ \text{NPSHr} &= 2.8 \text{ m} \end{aligned}$$

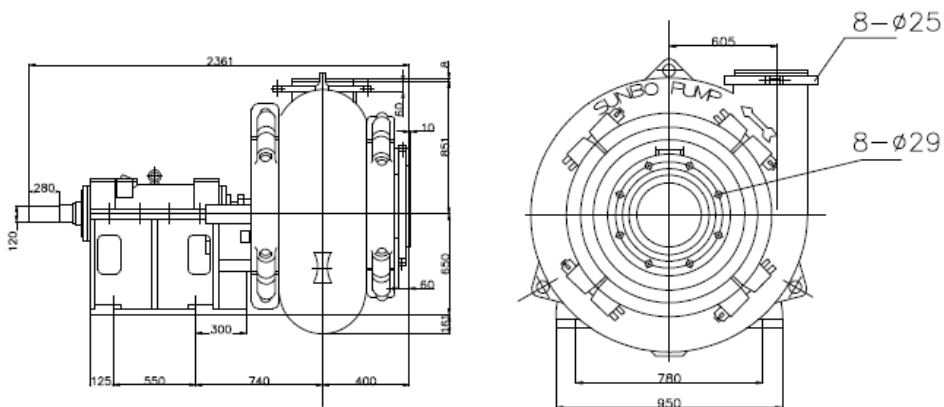
$$\text{NPSHa} > \text{NPSHr}$$

4.2. Proses Simulasi Pompa

Pada Bab ini akan menjelaskan bagaimana proses pengerjaan tugas akhir yang dimulai dari penggambaran hingga simulasi pada pompa. Penggambaran yang harus mengetahui dimensi pompa yang dibutuhkan ketika akan melanjutkan untuk pembuatan gambar 3 dimensi. Kemudian ketika model 3 dimensi sudah terbentuk maka dilanjutkan dengan proses simulasi model yang nantinya akan menghasilkan nilai kemudian menghitung dan mengetahui analisa pembahasan pompa.

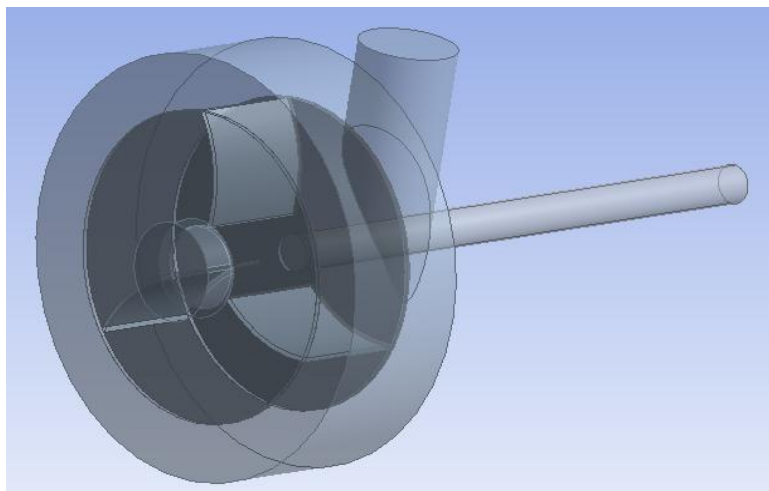
4.2.1. Penggambaran dan Meshing

Sebelum melakukan penggambaran model, maka harus ditentukan terlebih dahulu dimensi dari pompa tersebut. Ukuran dari pompa tersebut akan dijadikan acuan ketika penggambaran model pada *software Ansys*. Dimensi pompa tersebut adalah sebagai berikut.



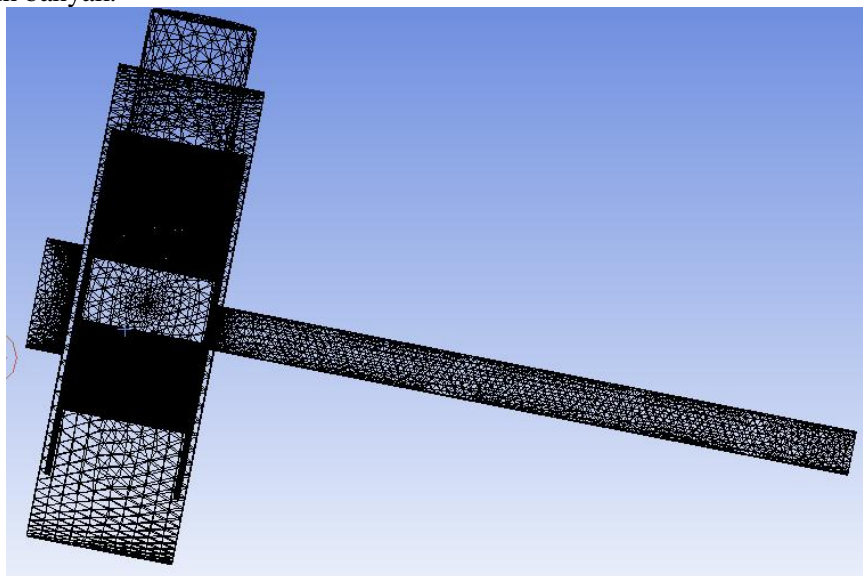
Gambar 4 .1 Dimensi Pompa

Dari data ukuran pompa yang sudah diketahui sebelumnya akan dijadikan model 3 dimensi pada penggambaran pompa pada *software Ansys*.



Gambar 4 .2 Penggambaran Pompa 3D

Pada *software Ansys*, gambar yang sudah dipersiapkan akan dilakukan proses selanjutnya yaitu *meshing*. Pada proses *meshing* menentukan *geometry* dan *coordinat system*. Paling utaman proses *meshing* adalah menentukan kualitas *meshing* tersebut. semakin baik jumlah *cell distribution* maka akan semakin baik hasil *meshing* yang dihasilkan. Namun hal tersebut akan mengakibatkan waktu yang dibutuhkan akan semakin banyak.



Gambar 4 .3 Hasil setelah dilakukan *meshing*

Gambar tersebut menunjukkan hasil setelah dilakukannya proses *meshing*. Pada proses *meshing* membutuhkan waktu yang lama dikarenakan membutuhkan detail yang banyak agar menghasilkan *meshing* yang semakin baik.

4.2.2. Simulasi Pompa

Gambar yang sudah melewati proses *meshing* selanjutnya akan dilanjutkan dengan proses *solution* pada *software Ansys*, atau umumnya disebut dengan simulasi. Pada proses simulasi akan ada 3 jenis fluida untuk variasi nya. 3 fluida tersebut adalah air murni, lumpur dengan densitas sebesar 10 %, dan lumpur dengan densitas sebesar 40%. Setiap jenis fluida akan di simulasi dengan 5 variasi kecepatan atau RPM. Variasi RPM yang digunakan adalah 300, 400, 500, 550, dan 600 RPM. Jadi jumlah total terdapat 15 kali proses simulasi pada pompa.

Sebelum proses simulasi, dibutuhkan data yang pertama pada sub-menu *Flow Analysis* yaitu menentukan letak *inlet outlet* dan *wall* di bagian fluid. Kemudian mengatur RPM pada sub-menu *impeller*. Kemudian lengkapi juga data data yang terdapat pada *Material*. Yaitu material yang digunakan dan berapa *density* nya.

Pada proses Simulasi, dikarenakan terdapat variasi 3 jenis fluida dan setiap fluida terdapat 5 macam variasi RPM, maka ketika simulasi diperhatikan untuk mengganti komponen material dan variable RPM setiap simulasinya.

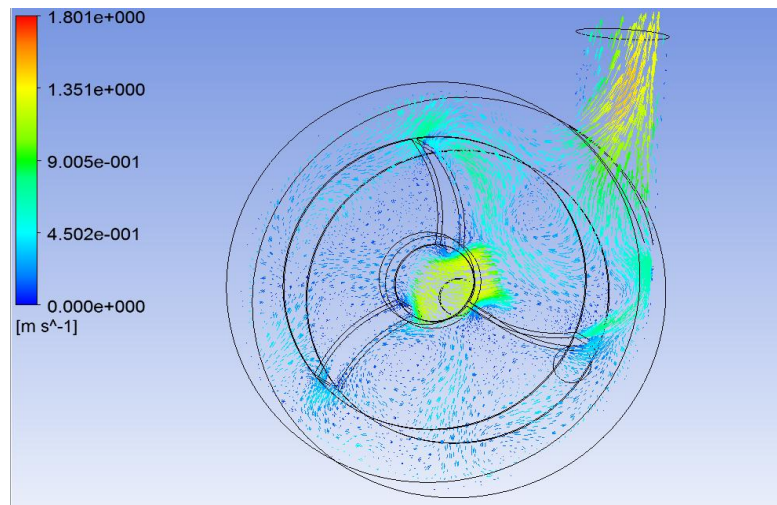
Pada bagian *Computation Steering* ditentukan jumlah iterasi yang akan digunakan. Penggunaan jumlah iterasi dapat mempengaruhi hasil simulasi. Semakin banyak jumlah iterasi yang digunakan maka akan mempengaruhi pada kestabilan system yang lebih baik dan lebih akurat.



Gambar 4 .4 Proses Simulasi

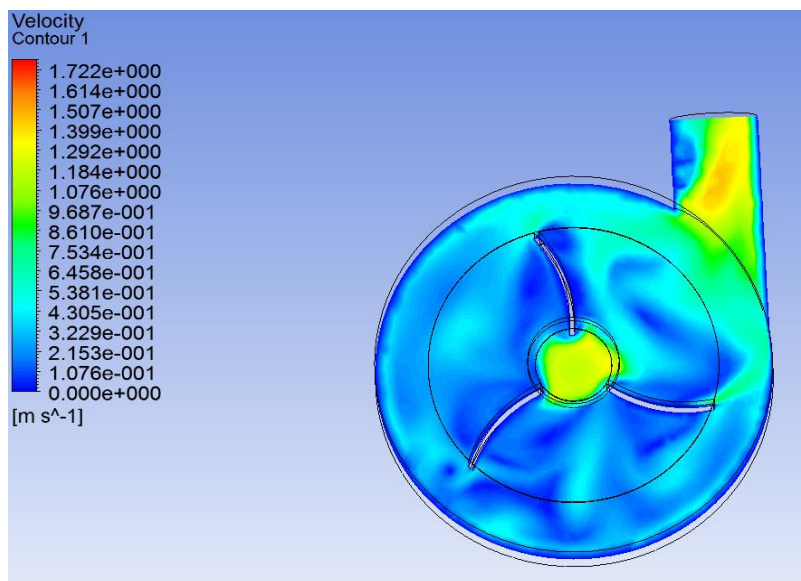
4.2.3. Hasil Simulasi Pompa

Dari simulasi yang telah dibantu dengan menggunakan *software Ansys*. Simulasi tersebut dilakukan terhadap ketiga keadaan pompa yang berbeda.



Gambar 4 5 Hasil aliran simulasi

Dari hasil simulasi tersebut maka akan didapatkan nilai *minimum* dan *maximum velocity*. Tampilan dari hasil disimulasikan dapat divariasikan sesuai dengan kebutuhan. Dari hasil tersebut juga akan muncul beberapa warna yang menunjukkan nilai variable pada titik tertentu. Dari warna-warna yang berbeda inilah nilai variable pada titik tertentu akan dimasukkan sebagai data.



Gambar 4 .6 Tampilan perubahan velocity pada pompa

Berdasarkan hasil simulasi, maka didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4 1 Hasil simulasi *pure water*

rpm	V (m/s)	Q (m ³ /h)	η
300	1.1366	1227.528	39%
400	1.1340	1224.72	42%
500	1.1279	1218.132	50%
550	1.1261	1216.188	51%
600	1.1259	1215.972	51%

Tabel 4 2 Hasil simulasi 10 % *mud*

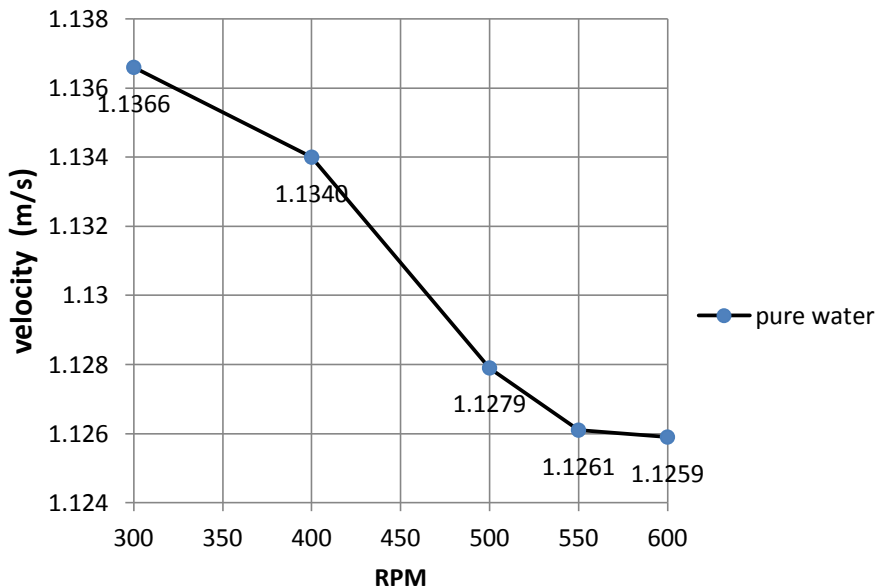
rpm	V (m/s)	Q (m ³ /h)	η
300	0.9507	1026.756	39%
400	0.9661	1043.388	40%
500	0.9693	1046.844	46%
550	0.9774	1055.592	46%
600	0.9862	1065.096	44%

Tabel 4 .3 Hasil simulasi 40 % *mud*

rpm	V (m/s)	Q (m ³ /h)	η
300	0.7335	792.18	38%
400	0.7394	798.552	40%
500	0.7432	802.656	46%
550	0.7498	809.784	45%
600	0.7589	819.612	44%

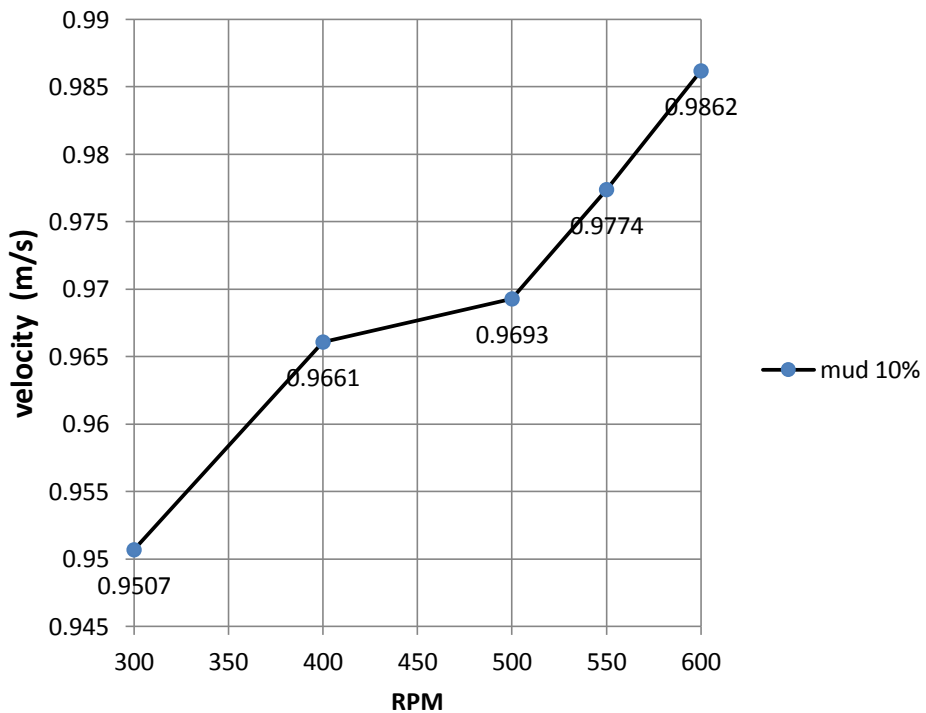
4.3. Pembahasan

Pada sup bab ini akan dijelaskan hasil dari pengolahan data simulasi yang telah dilakukan sebelumnya. Dengan perubahan 3 jenis fluida serta variasi 5 RPM pada setiap jenis fluida. Hal pertama yang akan di bahas adalah *velocity* dari hasil simulasi jenis fluida *pure water*. *Velocity* atau biasa disebut dengan kecepatan aliran.



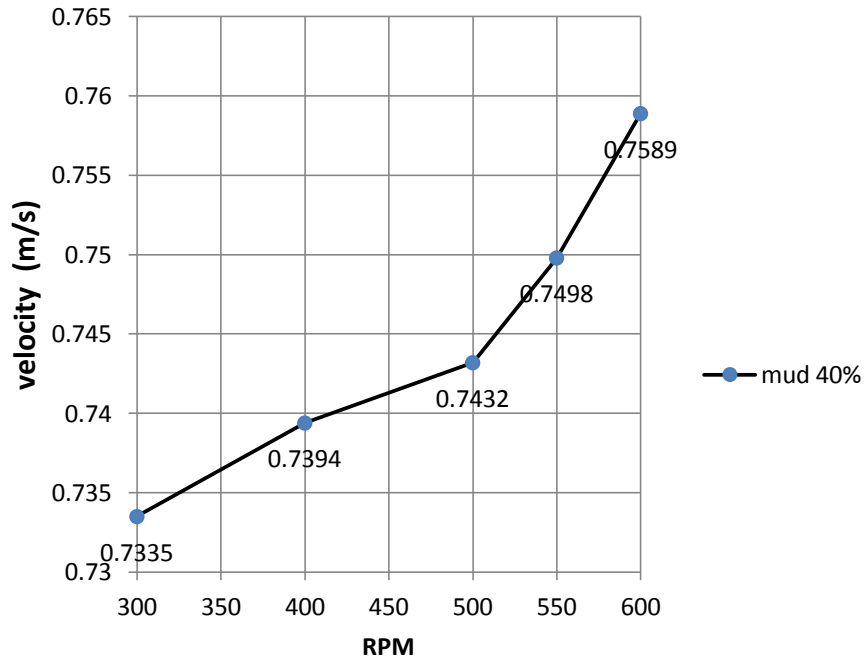
Gambar 4 .7 Perbandingan *velocity* terhadap RPM saat keadaan pure water

Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa hasil dari simulasi oleh *software Ansys* pada keadaan fluida yang digunakan oleh *Cutter Suction Dredger* dengan jenis fluida pure water menghasilkan nilai *velocity* yang semakin menurun pada setiap perubahan RPM. Hasil simulasi menggambarkan bahwa semakin tinggi kecepatan RPM maka semakin rendah nilai *velocity* yang dihasilkan. Grafik di atas menunjukkan bahwa ketika *impeller* berputar dengan fluida jenis *pure water*, maka semakin tinggi kecepatan putaran atau RPM nya maka akan terjadi turbulensi atau berbusa karena gesekan molekul air yang semakin besar.



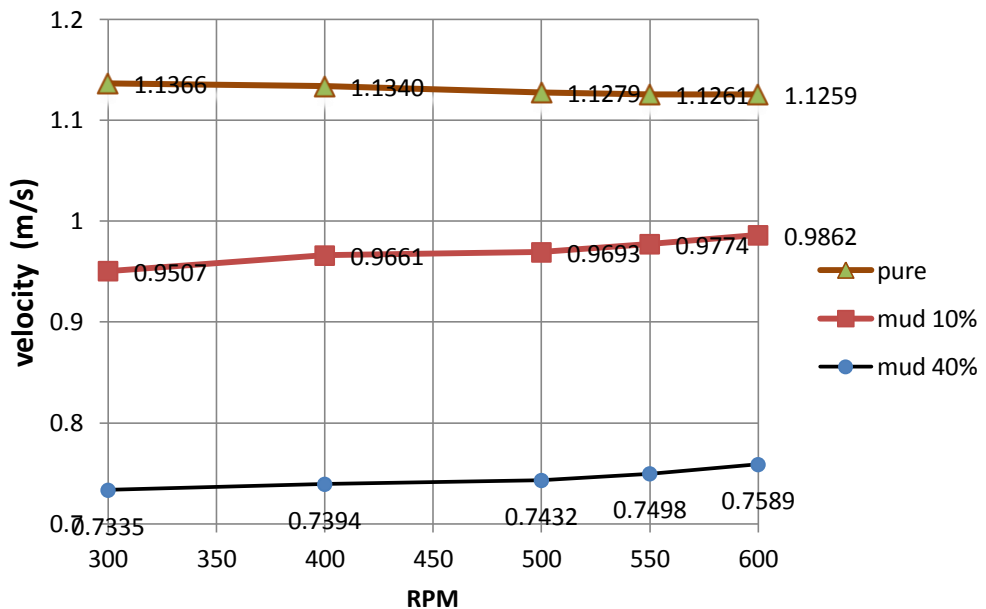
Gambar 4 . 8 Perbandingan velocity terhadap RPM saat keadaan mud 10%

Grafik kedua di atas adalah hasil olah data dari nilai yang di dihasilkan pada simulasi dengan keadaan fluida cair yang bercampur dengan 10% lumpur. Dari grafik di atas di ketahui bahwa grafik semakin tinggi. Hasil simulasi menggambarkan bahwa semakin tinggi putarannya RPM berpengaruh terhadap *velocity* yang nilainya juga semakin tinggi. Pada keadaan fluida yang tercampur dengan 10% dapat di jelaskan bahwa ketika impeller berputar lebih tinggi maka kemungkinan terjadiinya turbulensi akan semakin kecil karena sifat fluida yang tercampur dengan lumpur.



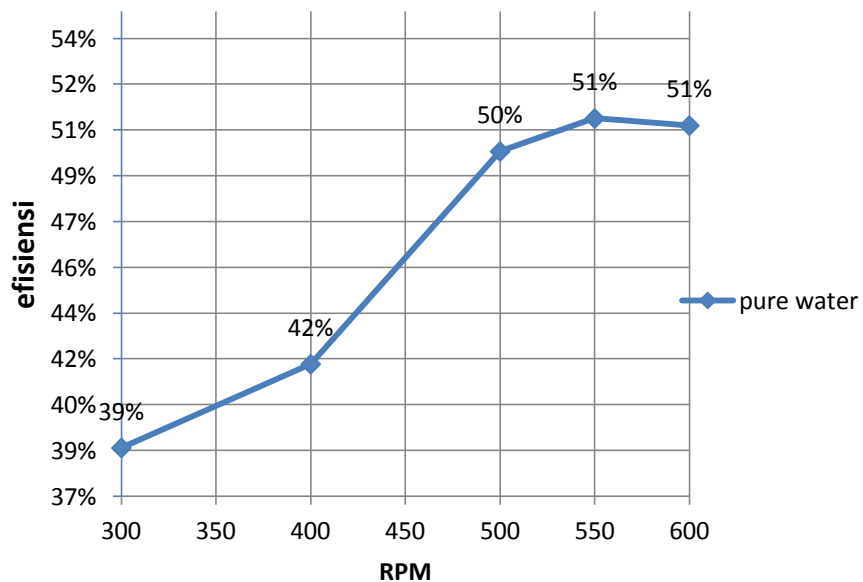
Gambar 4 . 9 Perbandingan *velocity* terhadap RPM saat keadaan mud 40%

Grafik ketiga di atas adalah hasil olah data dari nilai yang di hasilkan pada simulasi dengan keadaan fluida cair yang bercampur dengan 40% lumpur. Dari grafik di atas di ketahui bahwa grafik semakin tinggi. Hasil simulasi menggambarkan bahwa semakin tinggi putasarn RPM berpengaruh terhadap *velocity* yang nilainya juga semakin tinggi. Pada keadaan fluida yang tercapur dengan 10% dapat di jelaskan bahwa ketika impeller berputar lebih tinggi maka kemungkinan terjadinya turbulensi akan semakin kecil karena sifat fluida yang tercampur dengan lumpur. Perbedaan hasil simulasi fluida pada keadaan tercampur lumpur 10% dan tercampur lumpur 40% adalah terletak pada nilai *velocity* nya. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi densitas pada lumpur maka akan semakin rendah nilai *velocity* nya ketika RPM lebih tinggi.



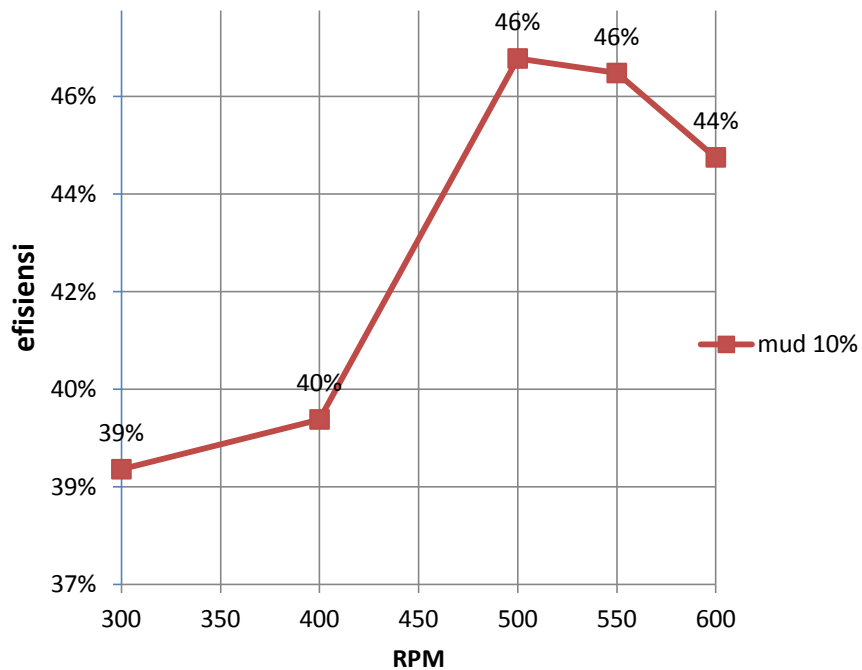
Gambar 4 . 10 Perbandingan *velocity* terhadap RPM total

Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa nilai perbandingan kecepatan aliran (v) terhadap RPM untuk tiap jenis fluida berbeda. Fluida air murni memiliki kecepatan yang relatif tinggi diantara keseluruhan jenis fluida namun kecepatan aliran ini berbanding terbalik dengan bertambahnya nilai dari rpm. Sedangkan untuk kondisi fluida dengan kondisi 10 % lumpur kecepatan alirannya tidak lebih cepat daripada kecepatan pada kondisi air murni namun nilai kecepatan pada kondisi 10% lumpur berbanding lurus dengan bertambahnya nilai rpm. Untuk kondisi 40% lumpur, kecepatan alirannya cenderung lebih lambat dari seluruh jenis fluida yang diuji namun kecepatan ini berbanding lurus dengan bertambahnya nilai rpm pompa.



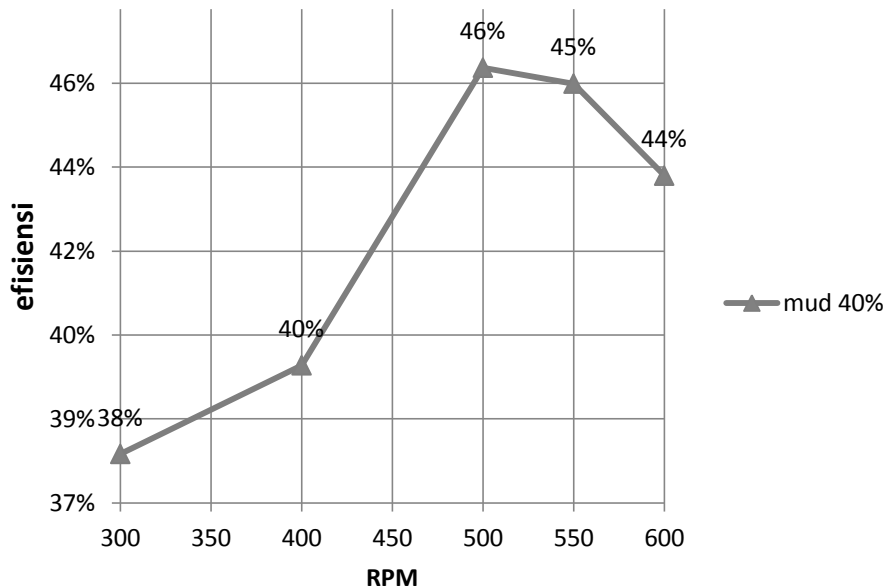
Gambar 4 . 11 Perbandingan efisiensi terhadap RPM saat keadaan *pure water*

Nilai efisiensi dari uji coba pada kondisi air murni dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai putaran impeller maka semakin tinggi pula efisiensinya. Pada keadaan pure water semakin tinggi RPM maka efisiensi pada pompa akan semakin tinggi dan menggambarkan bahkan semakin tinggi RPM akan semakin bagus efisiensinya



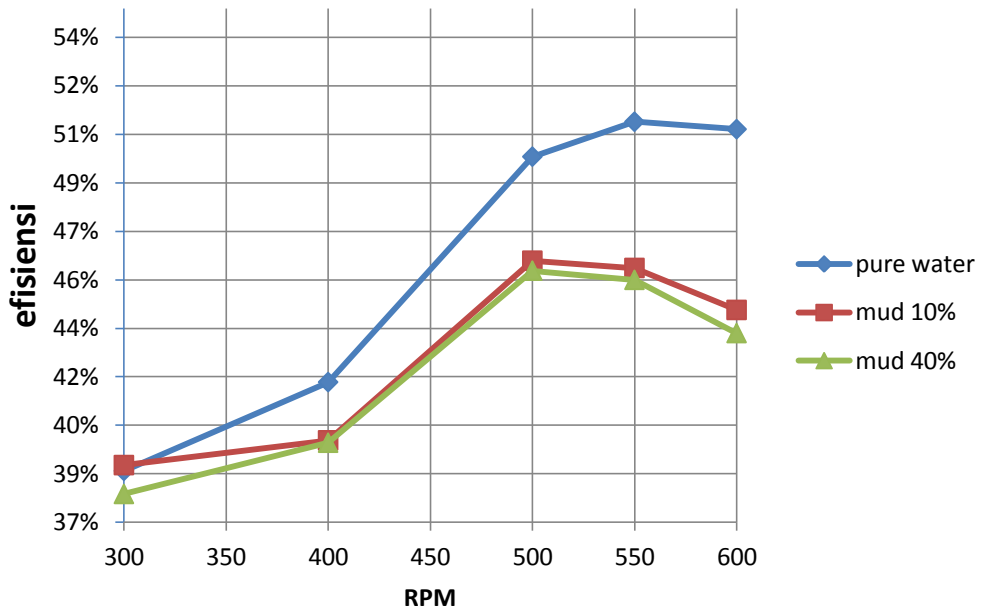
Gambar 4 . 12 Perbandingan efisiensi terhadap RPM saat keadaan *mud* 10%

Berdasarkan grafik diatas dapat disimpulkan bahwa efisiensi dari pengujian pada kondisi 10% lumpur menunjukkan kenaikan nilai efisiensi untuk tiap peningkatan rpm. Akan kembali menurun ketika keadaan variasi RPM 500. Hal ini berbeda dari kondisi pure water. Efisiensi maksimal pada pompa terdapat pada keadaan variasi pompa pada RPM 500. Ketika RPM di naikkan lagi maka efisiensi akan kembali menurun seperti pada grafik



Gambar 4 . 13 Perbandingan efisiensi terhadap RPM saat keadaan *mud* 40%

Grafik diatas dapat disimpulkan bahwa efisiensi dari pengujian pada kondisi 40% lumpur menunjukkan kenaikan nilai efisiensi untuk tiap peningkatan rpm. Akan kembali menurun ketika keadaan variasi RPM 500 juga, sama halnya dengan kondisi mud 10%. Efisiensi maksimal pada pompa terdapat pada keadaan variasi pompa pada RPM 500. Ketika RPM di naikkan lagi maka efisiensi akan kembali menurun seperti pada grafik.



Gambar 4 . 14 Perbandingan efisiensi terhadap RPM total

Grafik tersebut dapat dijadikan acuan dari perbedaan dari setiap kondisi pengujian. Dimana nilai efisiensi dari pompa mengalami grafik yang berbeda pada kondisi aliran fluida murni dan fluida bercampur lumpur. Untuk kondisi fluida murni, nilai efisiensi semakin tinggi dan cenderung stabil jika rpm ditambah, sedangkan untuk kondisi fluida bercampur lumpur nilai efisiensi semakin bertambah seiring dengan meningkatnya nilai dari rpm. Tetapi akan menurun pada keadaan RPM 500 sama halnya dengan keadaan pada fluida 40%. Perbedaan antara fluida campuran lumpur 10% dan 40% adalah nilai efisiensi pada mud 10% cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan fluida lumpur 40%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa.

1. Nilai NPSH pompa hasil dari perhitungan kondisi pemakaian adalah 6.8 m, lebih besar dari NPSHr pada spesifikasi pompa yaitu 2.8 m.
2. Nilai velocity pada pompa ini bergantung pada tiap masa jenis dari fluida yang dialirkan. Untuk fluida murni air, peningkatan nilai rpm mengakibatkan berkurangnya nilai kecepatan aliran (velocity). Sedangkan untuk kondisi fluida berlumpur, semakin tinggi nilai rpm maka kecepatan aliran (velocity) juga semakin meningkat
3. Nilai efisiensi pada pompa ini juga bergantung pada kecepatan aliran, dimana kecepatan aliran ini dipengaruhi oleh masa jenis. Efisiensi pada pengujian kondisi air murni mengalami tren bertambah ketika nilai rpm ditambah. Sama dengan untuk efisiensi pompa pada pengujian dengan kondisi berlumpur, nilai efisiensi semakin bertambah apabila nilai rpm putaran pompa juga ditambah. Tetapi akan menurun ketika RPM di atas 500. Kondisi efisiensi tertinggi terdapat pada keadaan RPM 500. Dari data tersebut maka dapat ditarik garis bahwa pompa yang digunakan dalam tugas akhir ini lebih efisien digunakan untuk jenis fluida yang cair, dan kurang efisien untuk digunakan pada keadaan fluida kental.

5.1. SARAN

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan penulis merasa masih terdapat beberapa kekurangan pada penulisan tugas akhir ini. Untuk selanjutnya penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Diperlukan lebih banyak iterasi supaya keseimbangan pada system simulasi dapat tercapai sehingga hasil data yang didapatkan dapat lebih valid
2. Diperlukan analisa dengan menggunakan software lain untuk membandingkan hasil simulasi atau menggunakan keduanya jika saling menunjang hasil simulasi

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

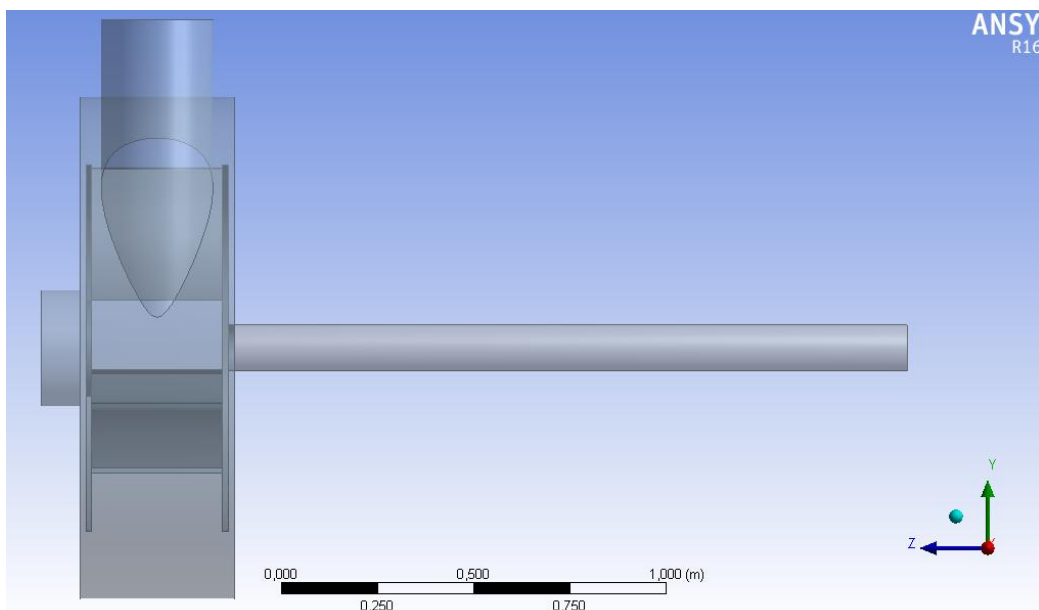
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adji,Suryo W. Waterjet Propulsion System
- [2] Evett, B Jack dan Cheng Liu. *Fundamentals of Fluid Mechanics*. Mc GrawHill, 1987
- [3] Raswari. Teknologi dan Perancangan Sistem Perpipaan. UI Press. 1986
- [4] Sularso dan Haruo Tahara. *Pompa dan Kompresor*. Pradnya Paramita, 1996
- [5] Warman International LTD. *Warman Slurry Pumping Hanbook*. 2000
- [6] digilib.polban.ac.id/jbptppolban-gdl-huzaima [diakses 02 juli 2017]
- [7] perkapalan.net/2013/08/jenis-kapal-keruk_1 [diakses 10 juli 2017]
- [8] ikhamarthen.wordpress.com/2011/01/18/ [diakses 12 juli 2017]

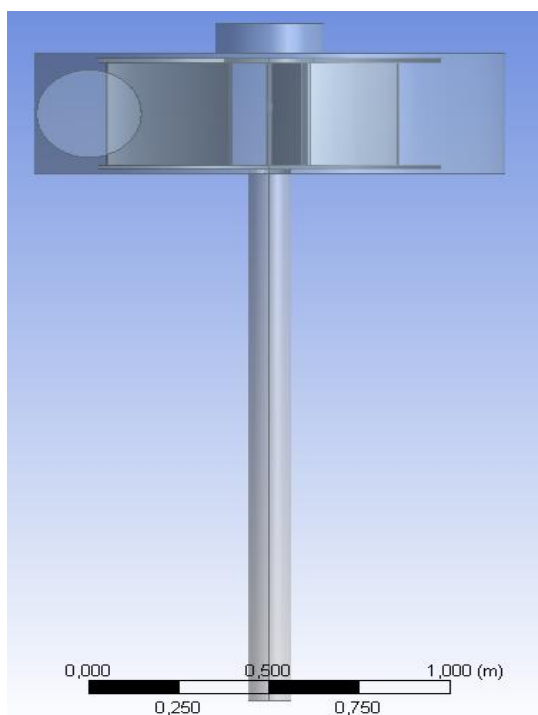
“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

Data Perhitungan									
Pure Water									
RPM	Q (m ³ /h)	H (m)	η	daya (kw)	P in	v (m/s)	Q (m ³ /h)	P out	η
300	280	37	33.0%	28.202	85.461	1.1366	1227.53	220.249	39%
400	305	53	48.0%	44.005	91.677	1.1340	1224.72	218.741	42%
500	358	55	50.0%	53.601	107.201	1.1279	1218.13	215.23	50%
550	360	58	52.0%	56.840	109.308	1.1261	1216.19	214.201	51%
600	366	60	55.0%	59.780	108.691	1.1259	1215.97	214.087	51%
mud10%									
RPM	Q (m ³ /h)	H (m)	η	daya (kw)	P in	v (m/s)	Q (m ³ /h)	P out	η
300	280	37	33.0%	28.202	85.461	0.9507	1026.76	219.114	39%
400	305	53	48.0%	44.005	91.677	0.9661	1043.39	229.936	40%
500	358	55	50.0%	53.601	107.201	0.9693	1046.84	232.228	46%
550	360	58	52.0%	56.840	109.308	0.9774	1055.59	238.099	46%
600	366	60	55.0%	59.780	108.691	0.9862	1065.10	244.588	44%
mud 40%									
RPM	Q (m ³ /h)	H (m)	η	daya (kw)	P in	v (m/s)	Q (m ³ /h)	P out	η
300	280	37	33.0%	28.202	85.461	0.7335	792.18	224.944	38%
400	305	53	48.0%	44.005	91.677	0.7394	798.55	230.416	40%
500	358	55	50.0%	53.601	107.201	0.7432	802.66	233.987	46%
550	360	58	52.0%	56.840	109.308	0.7498	809.78	240.276	45%
600	366	60	55.0%	59.780	108.691	0.7589	819.61	249.131	44%

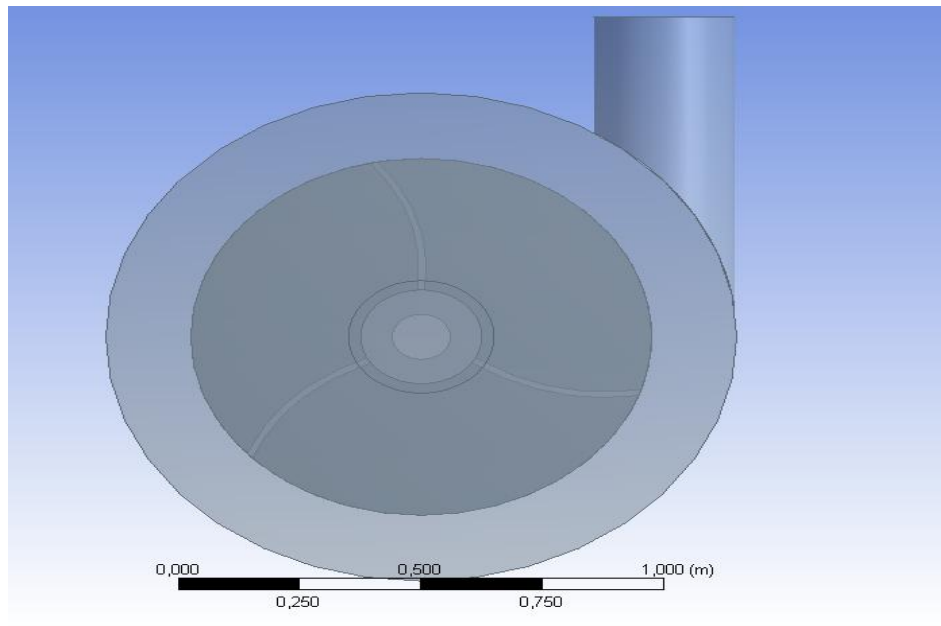
Hasil penggambaran dari sudut x



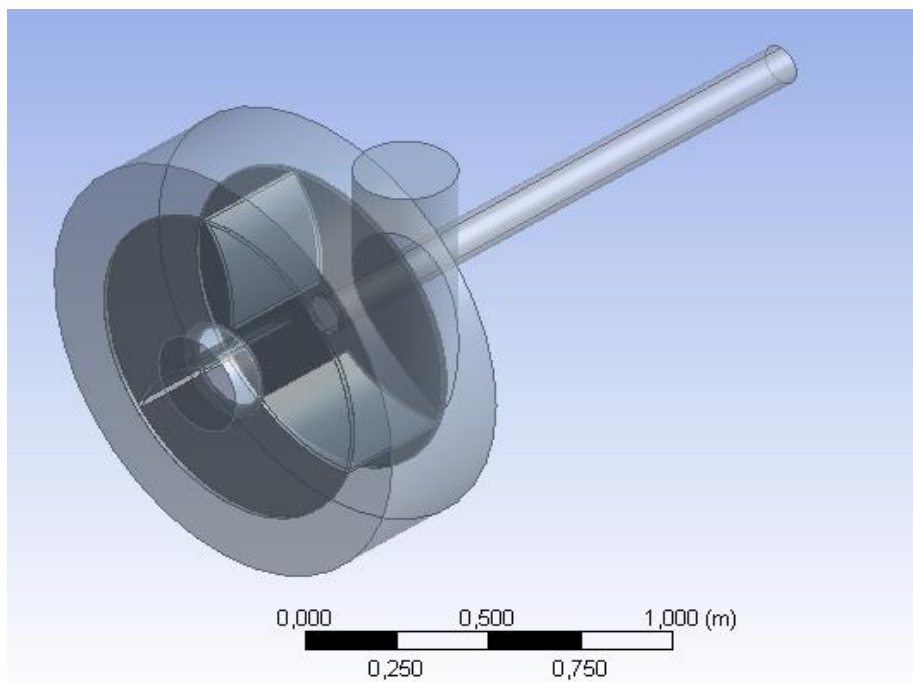
Hasil penggambaran dari sudut y



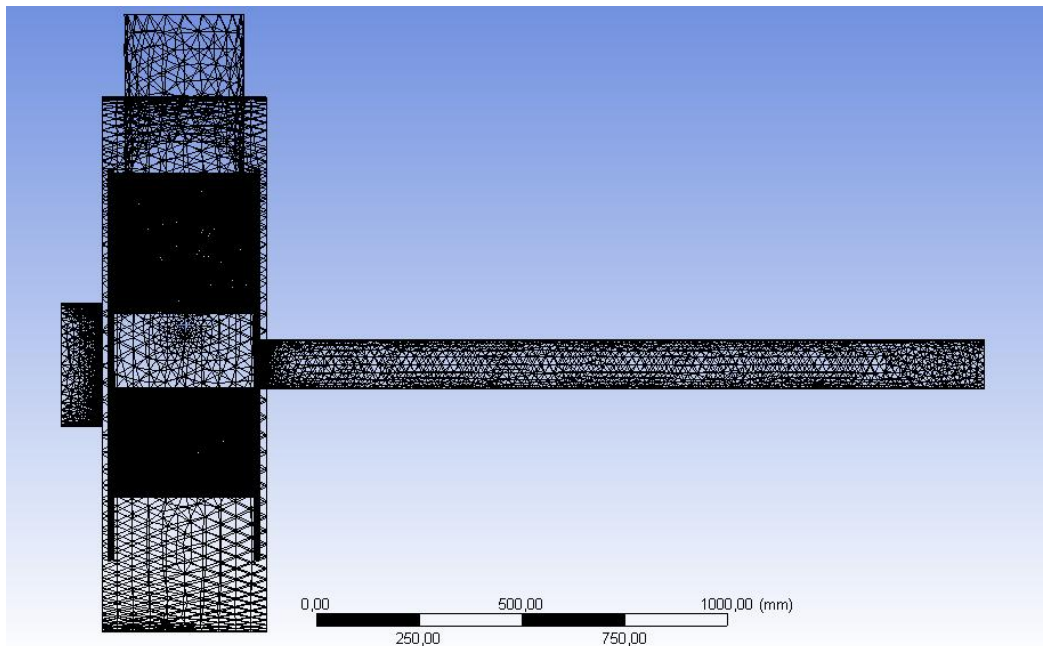
Hasil penggambaran dari sudut z



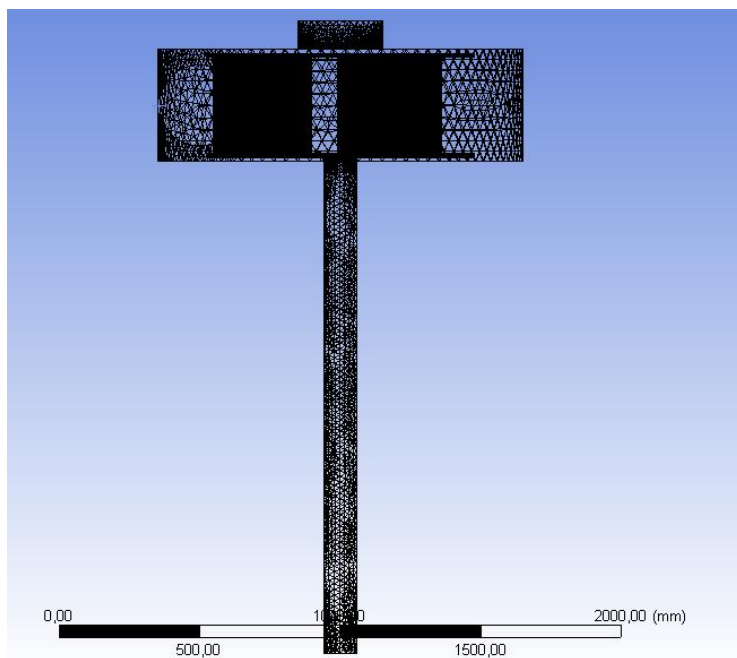
Hasil penggambaran pompa



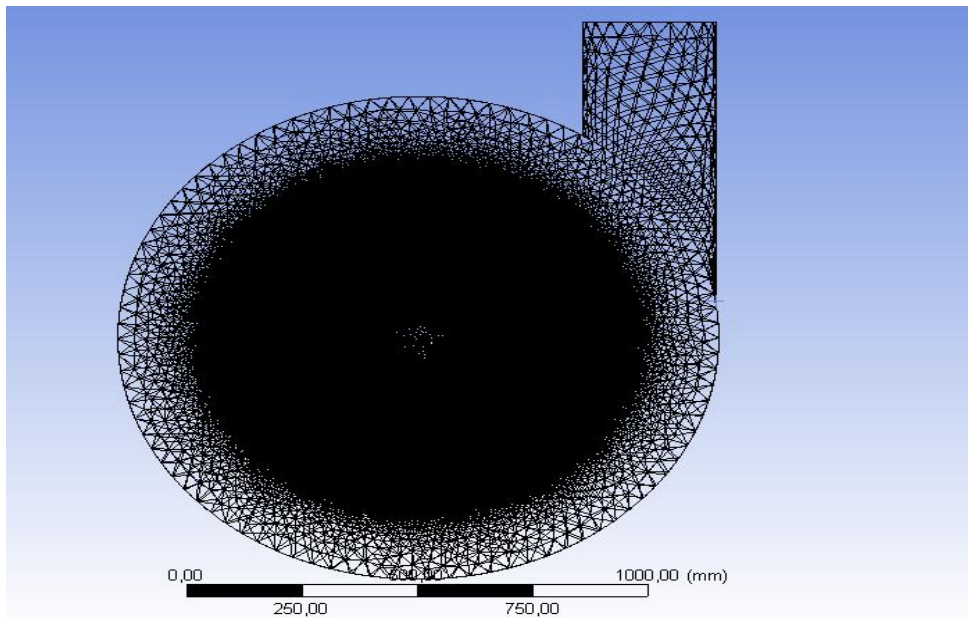
Hasil meshing dari sudut x



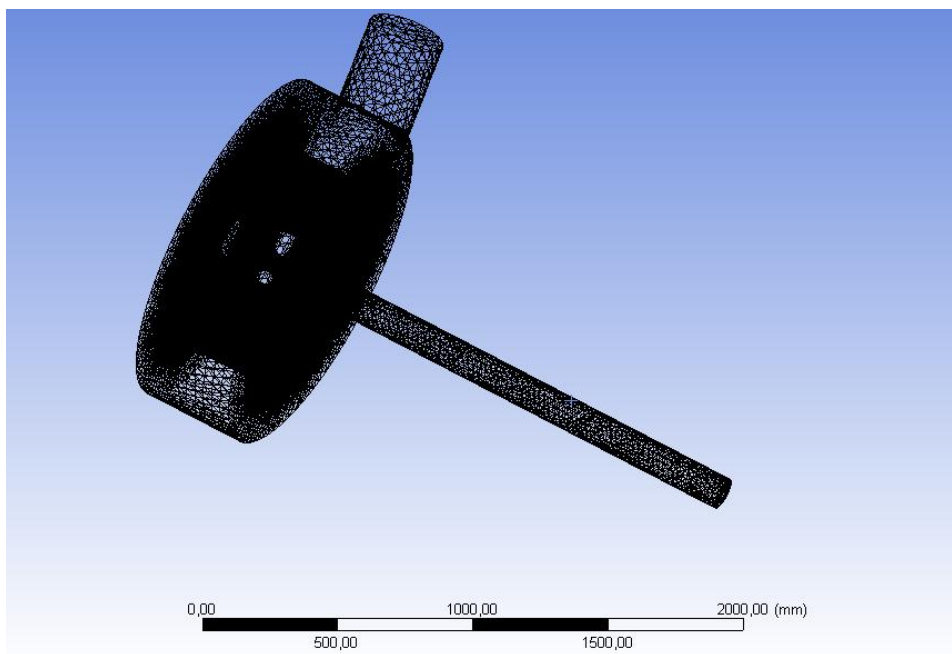
Hasil meshing dari sudut y



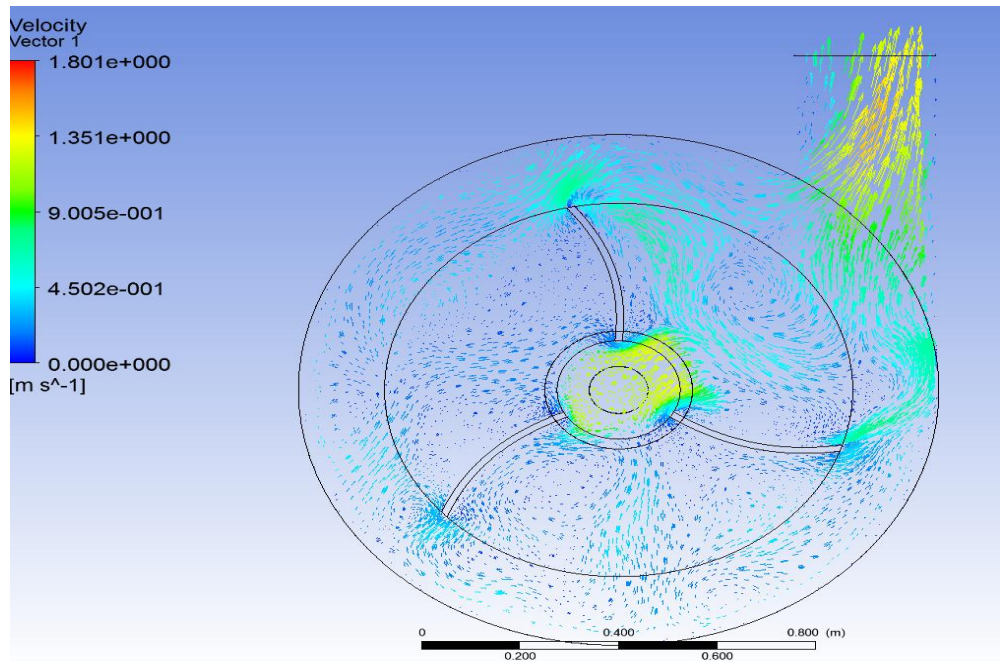
Hasil meshing dari sudut z



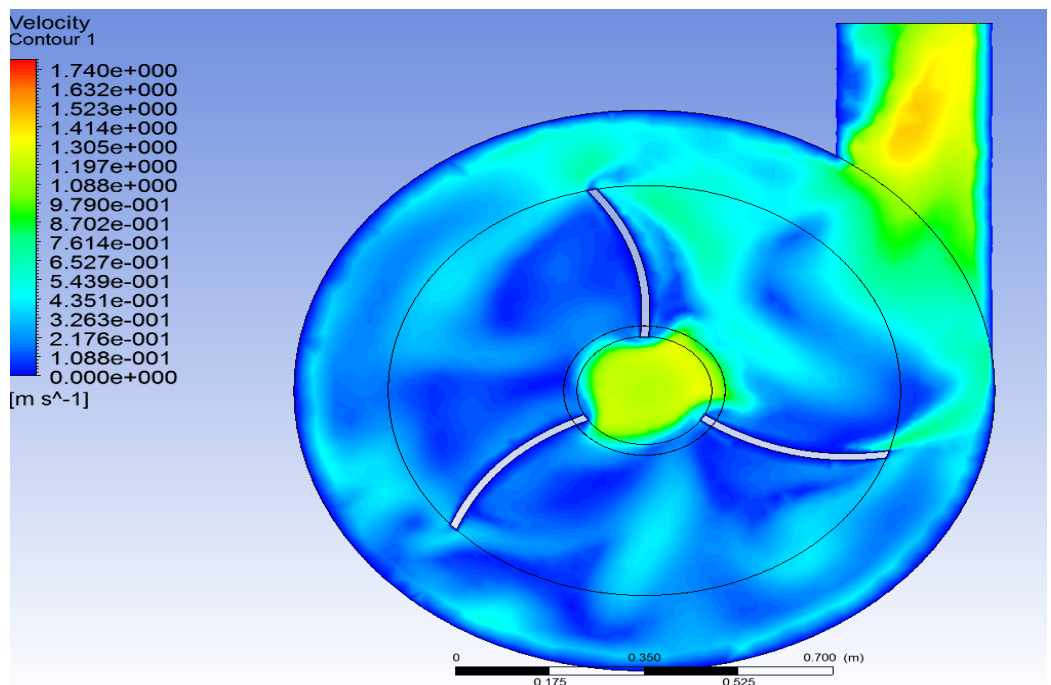
Hasil meshing dari sudut x



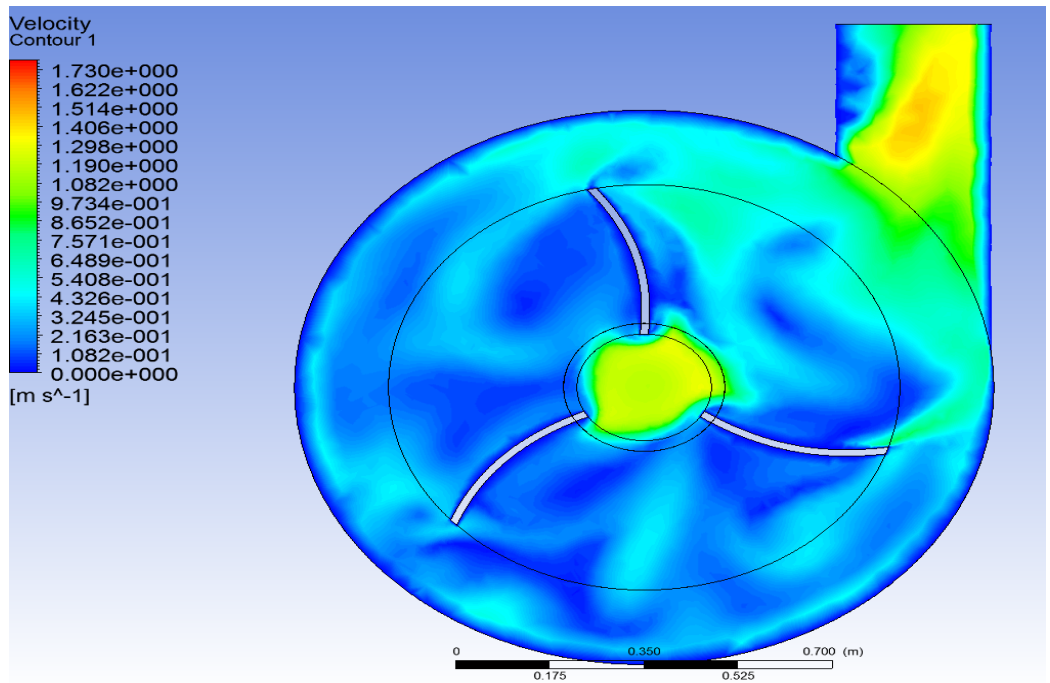
Hasil running dengan keadaan pure water pada RPM 300



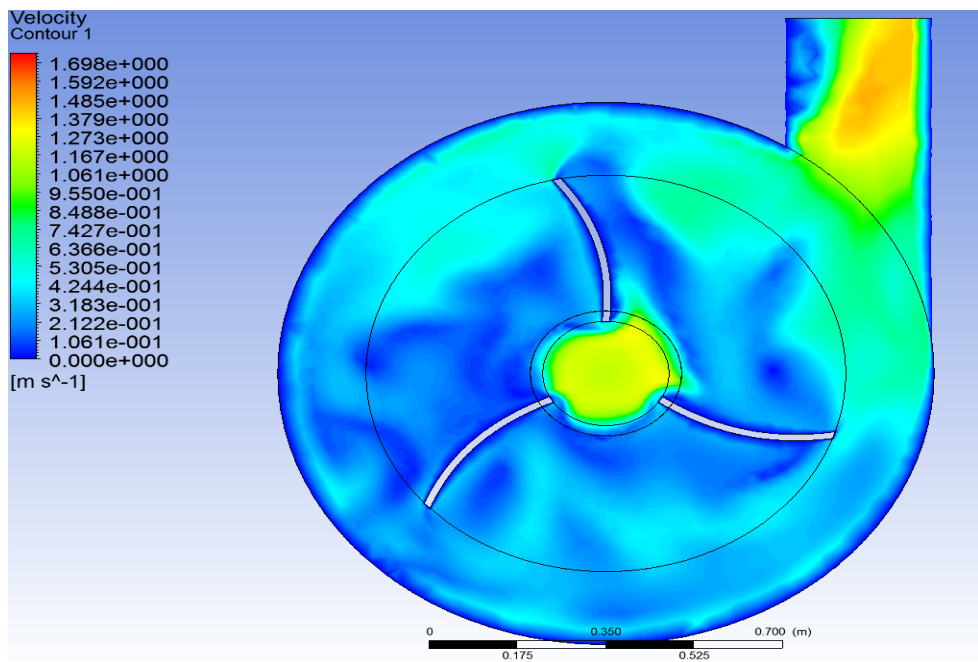
Hasil running dengan keadaan pure water pada RPM 400



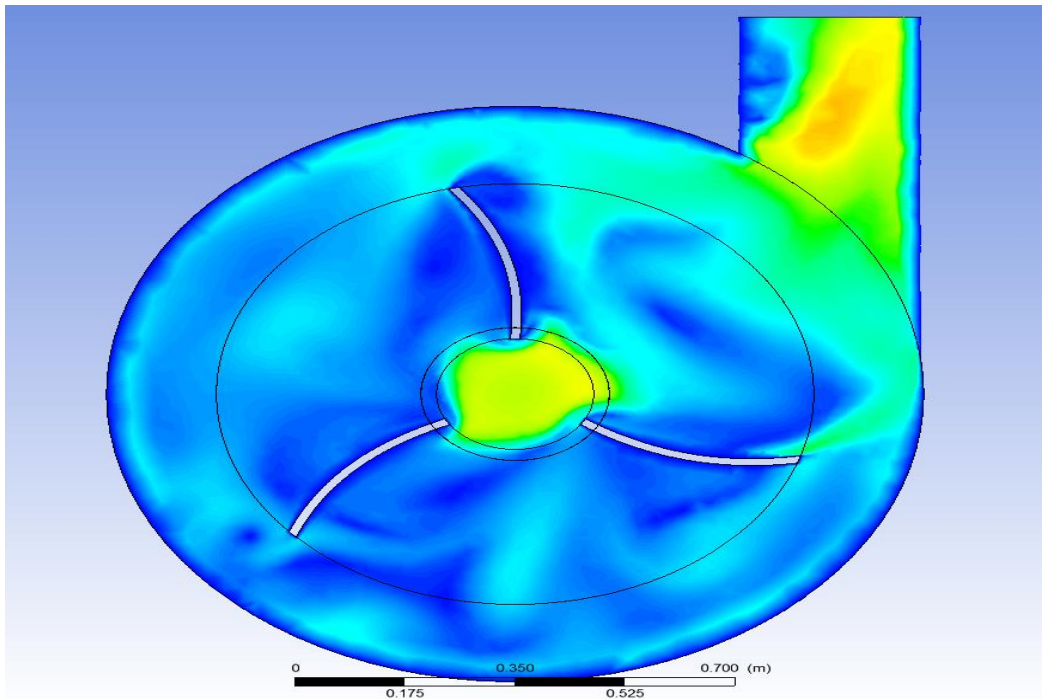
Hasil running dengan keadaan pure water pada RPM 500



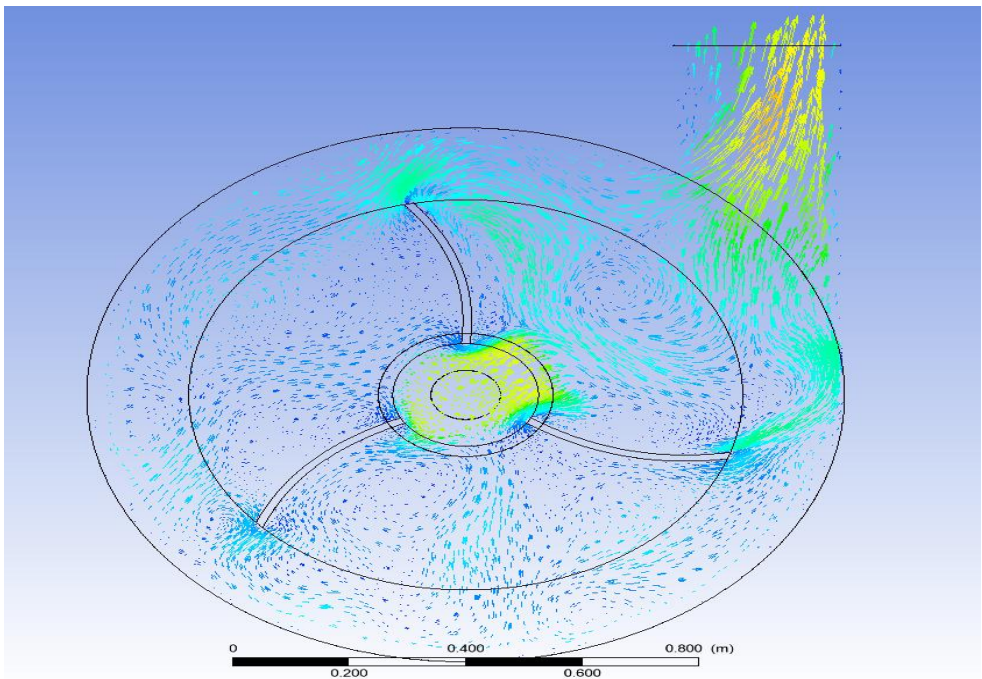
Hasil running dengan keadaan pure water pada RPM 550



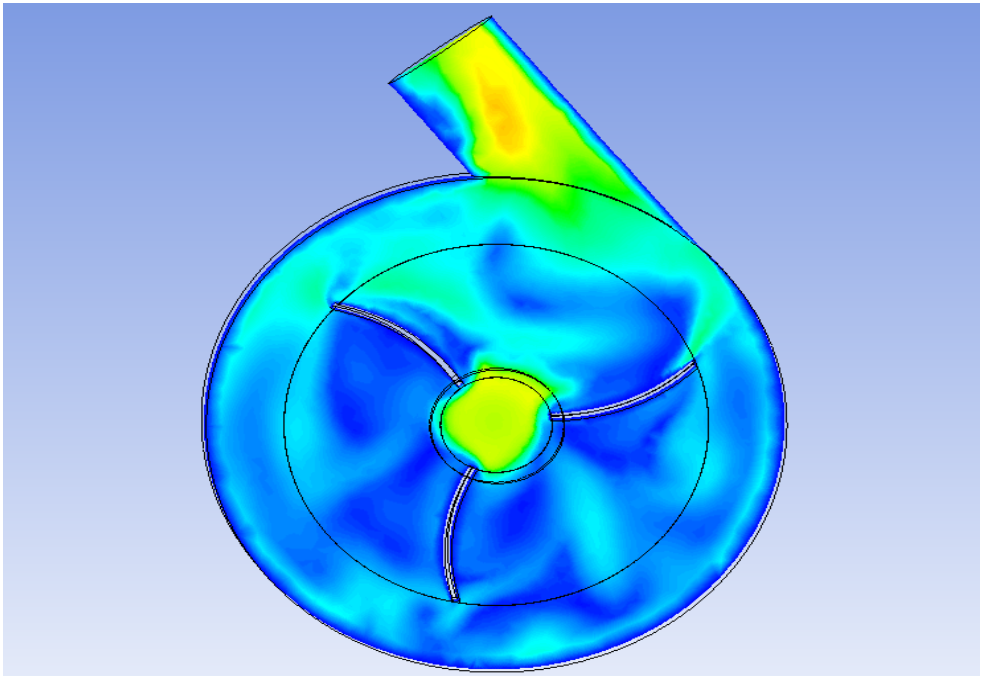
Hasil running dengan keadaan pure water pada RPM 600



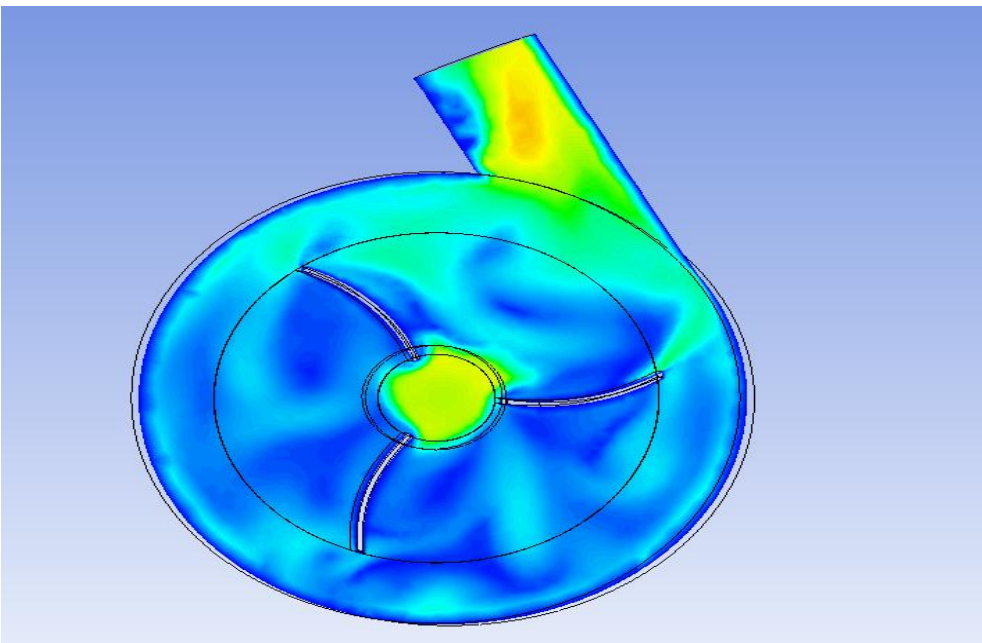
Hasil running dengan keadaan mud 10% pada RPM 300



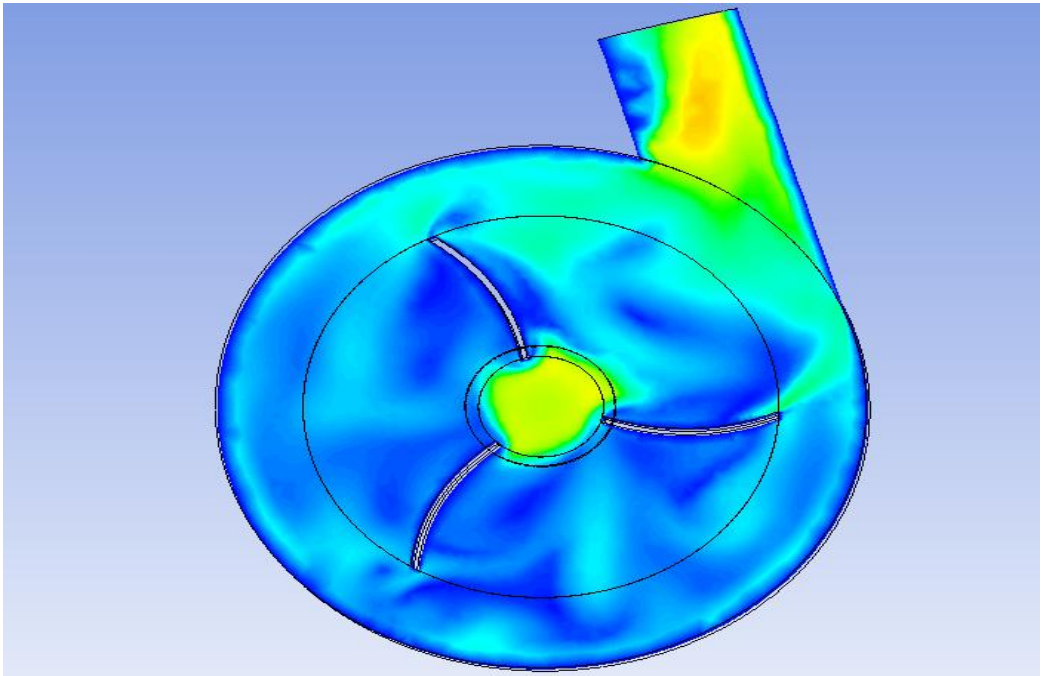
Hasil running dengan keadaan mud 10% pada RPM 400



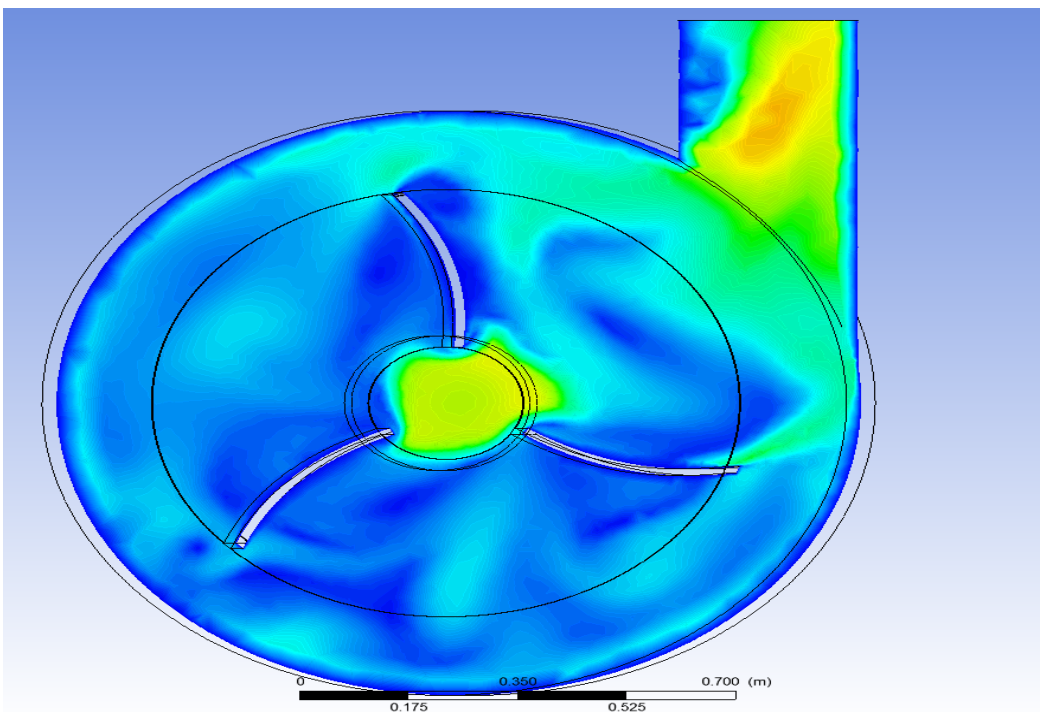
Hasil running dengan keadaan mud 10% pada RPM 500



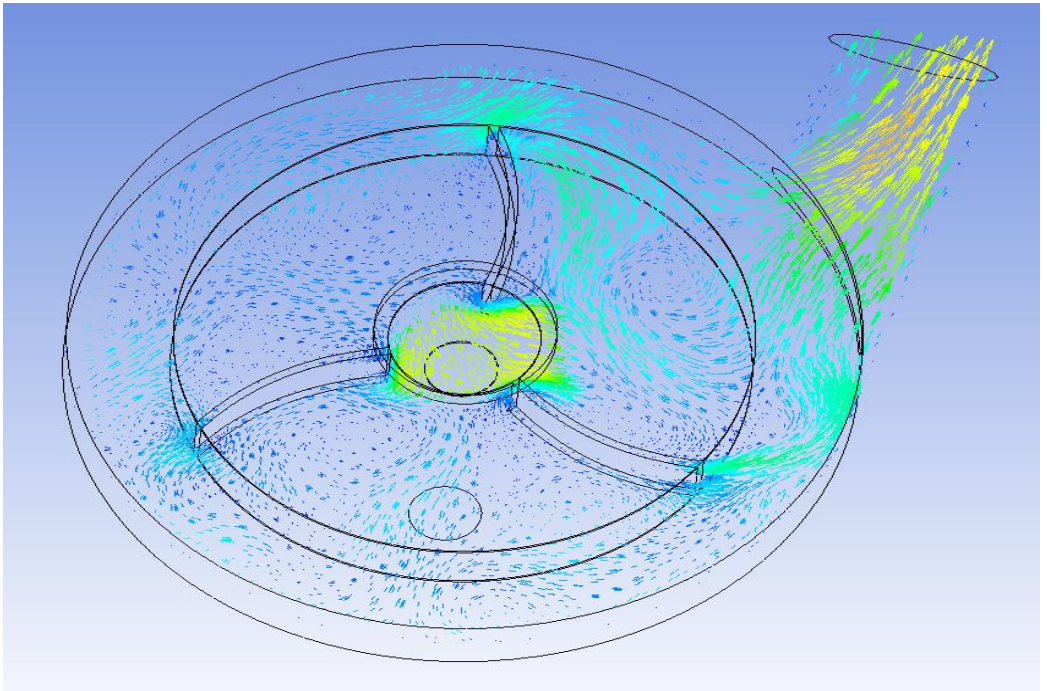
Hasil running dengan keadaan mud 10% pada RPM 550



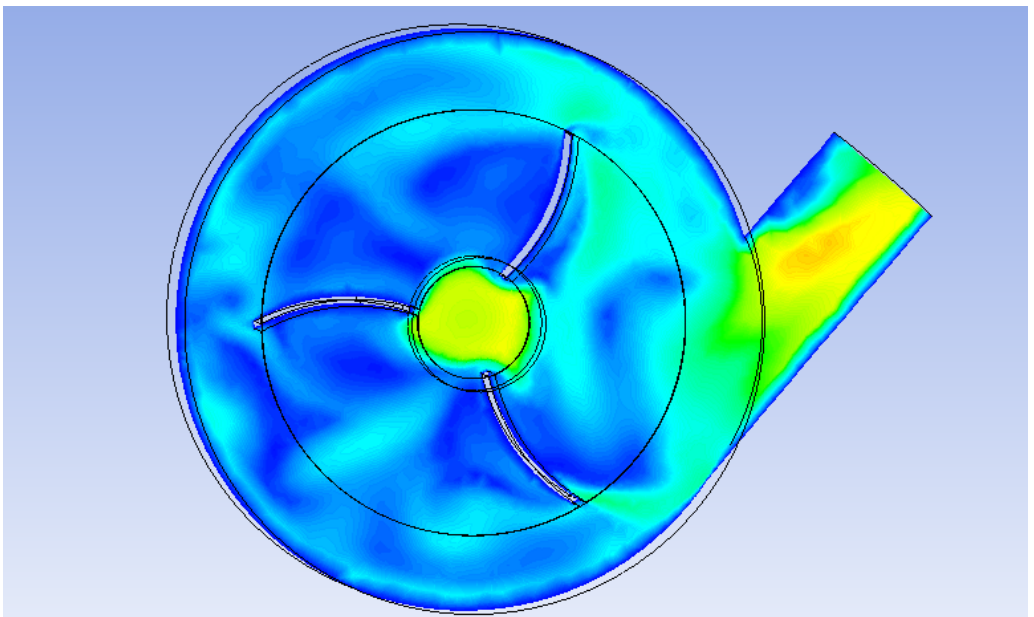
Hasil running dengan keadaan mud 10% pada RPM 600



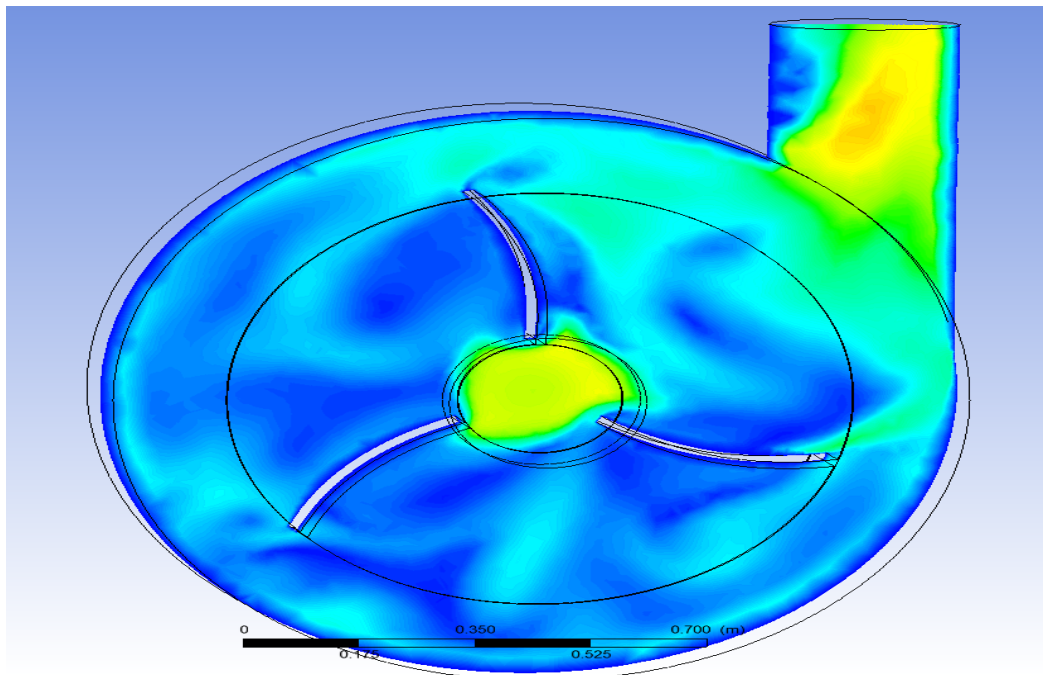
Hasil running dengan keadaan mud 40% pada RPM 300



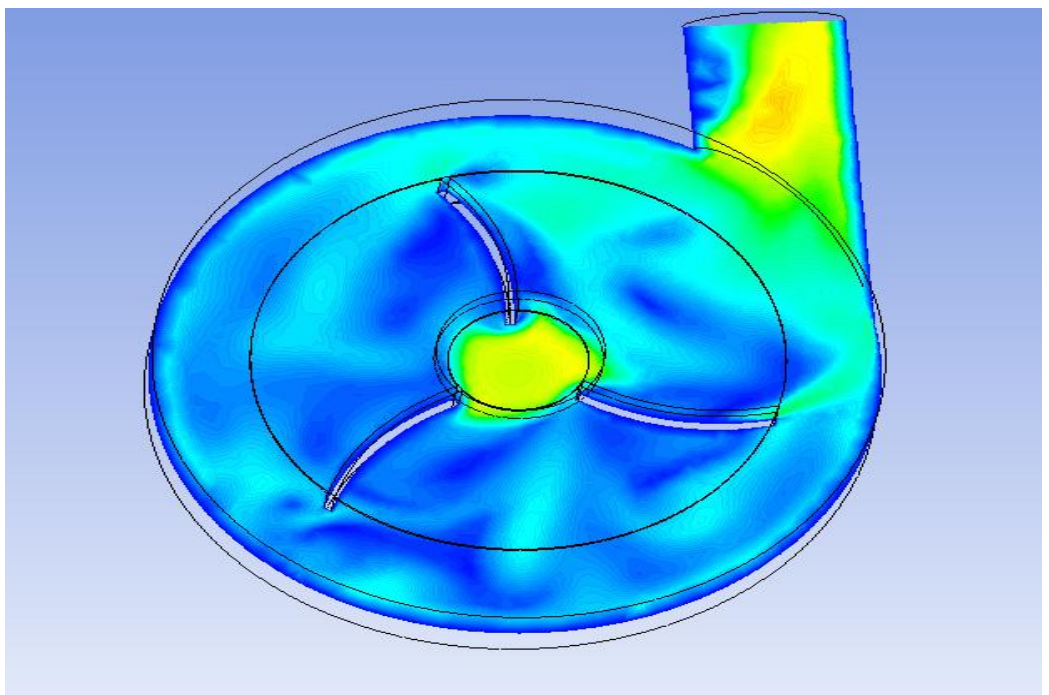
Hasil running dengan keadaan mud 40% pada RPM 400



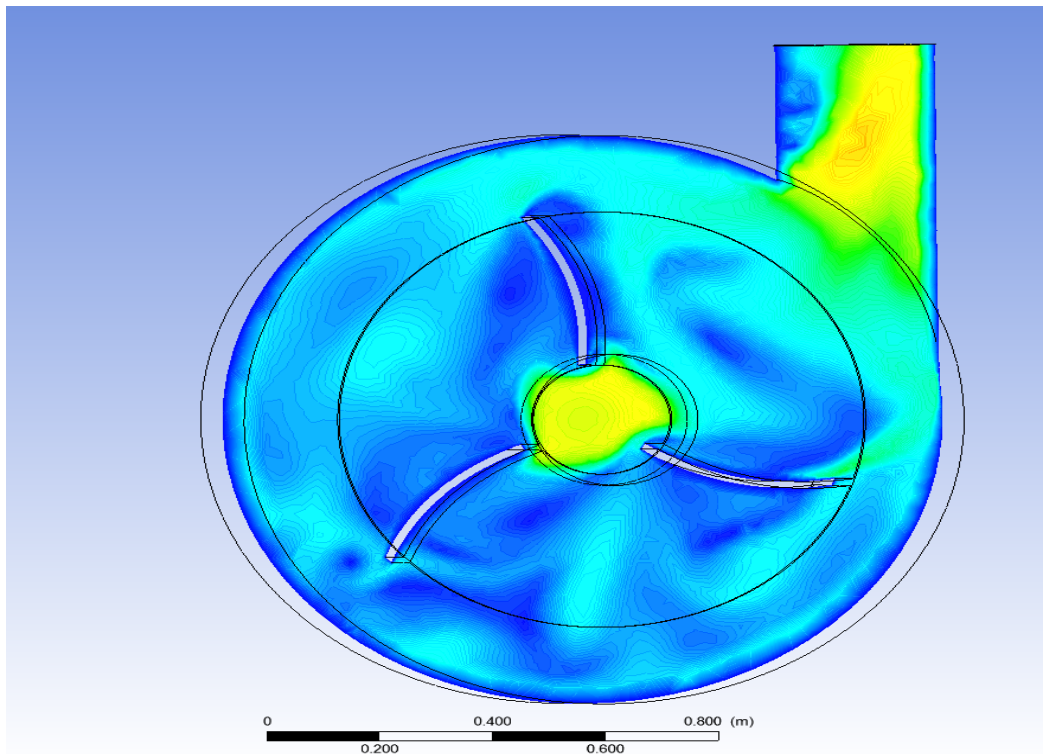
Hasil running dengan keadaan mud 40% pada RPM 500



Hasil running dengan keadaan mud 40% pada RPM 550



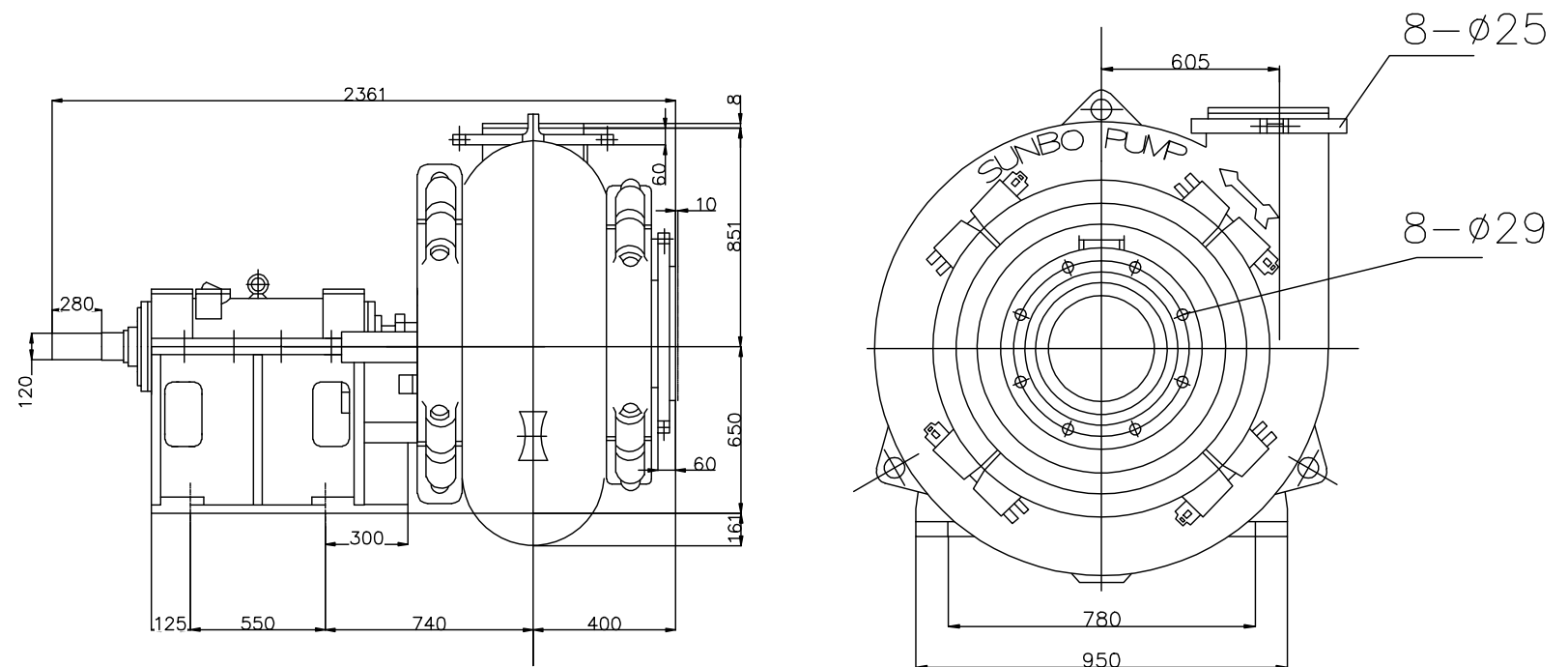
Hasil running dengan keadaan mud 40% pada RPM 600



SHIJIAZHUANG SUNBO PUMP CO., LTD

Tel.: 0086-311-80895089 ; Fax: 0086-311-67565598 ; www.sunbopump.com

250X-SGH OUTLINE DIMENSION DRAWING

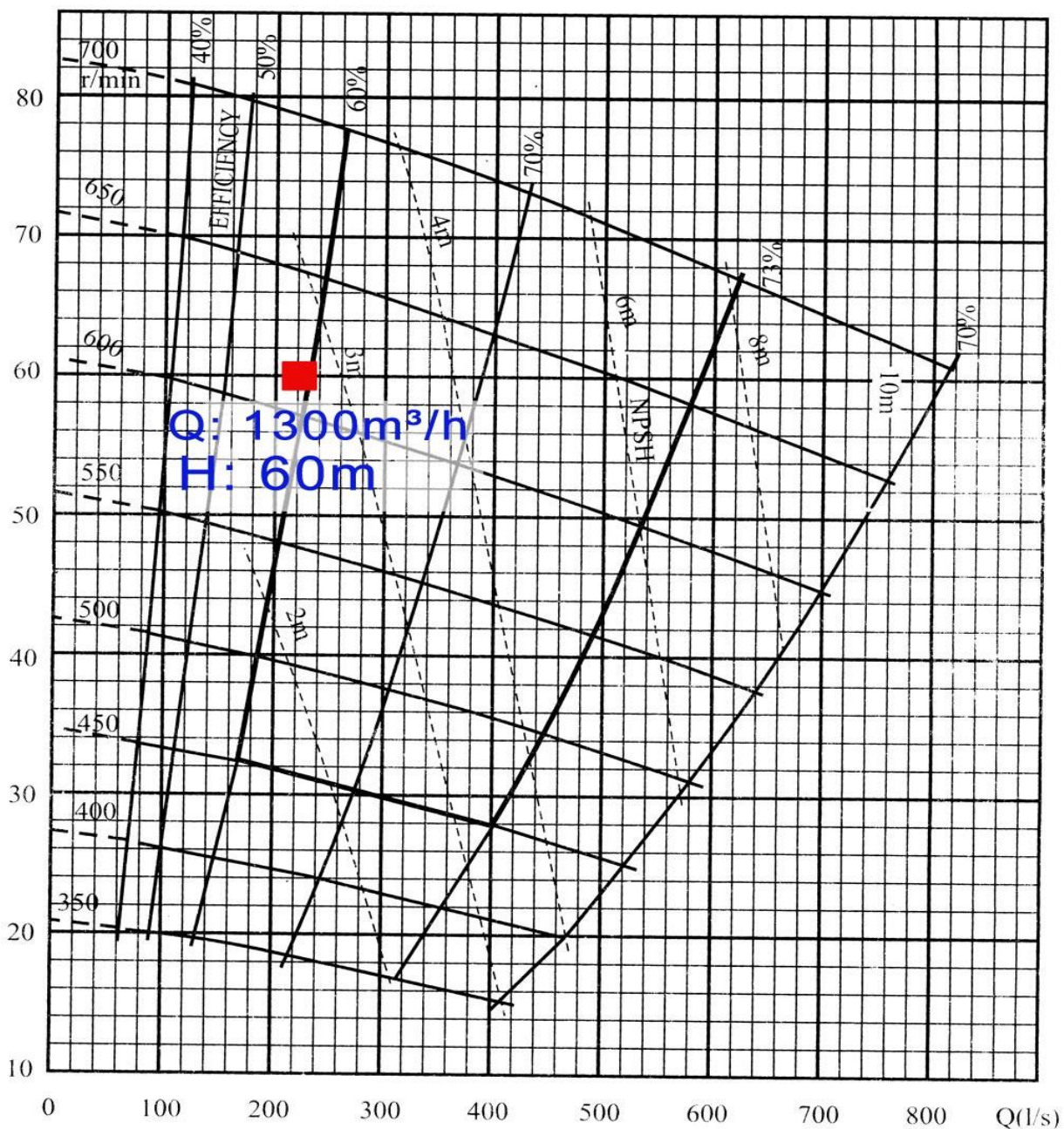


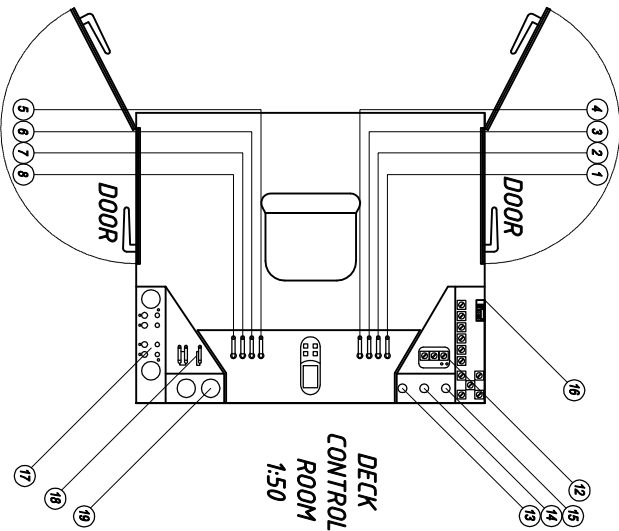
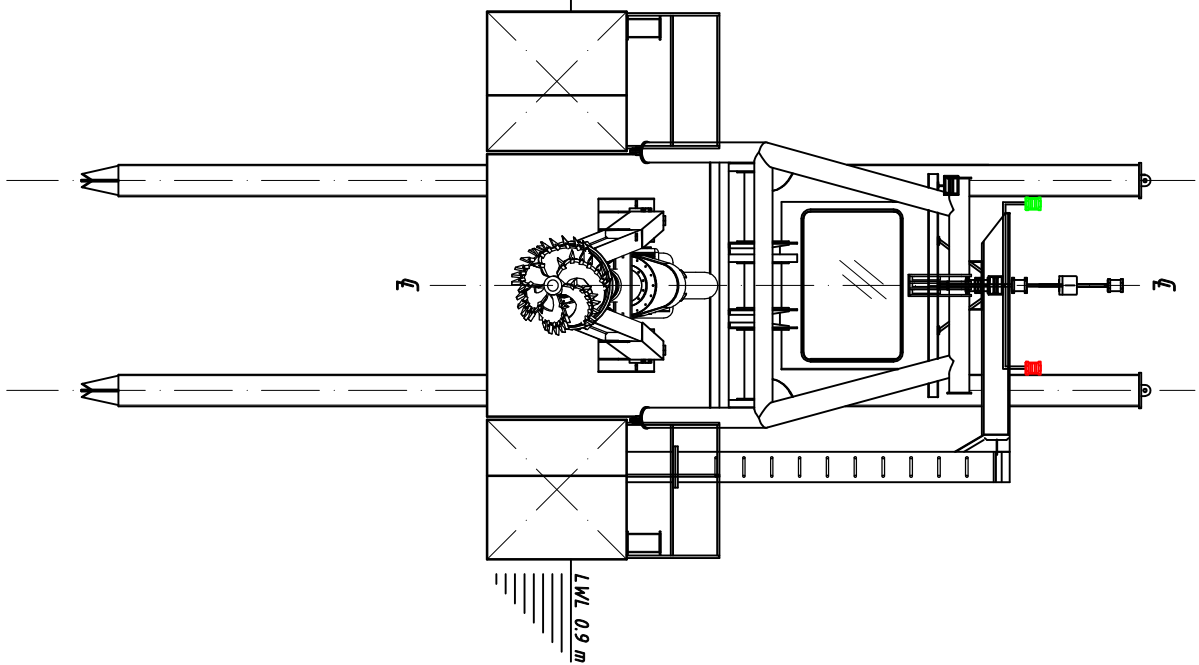
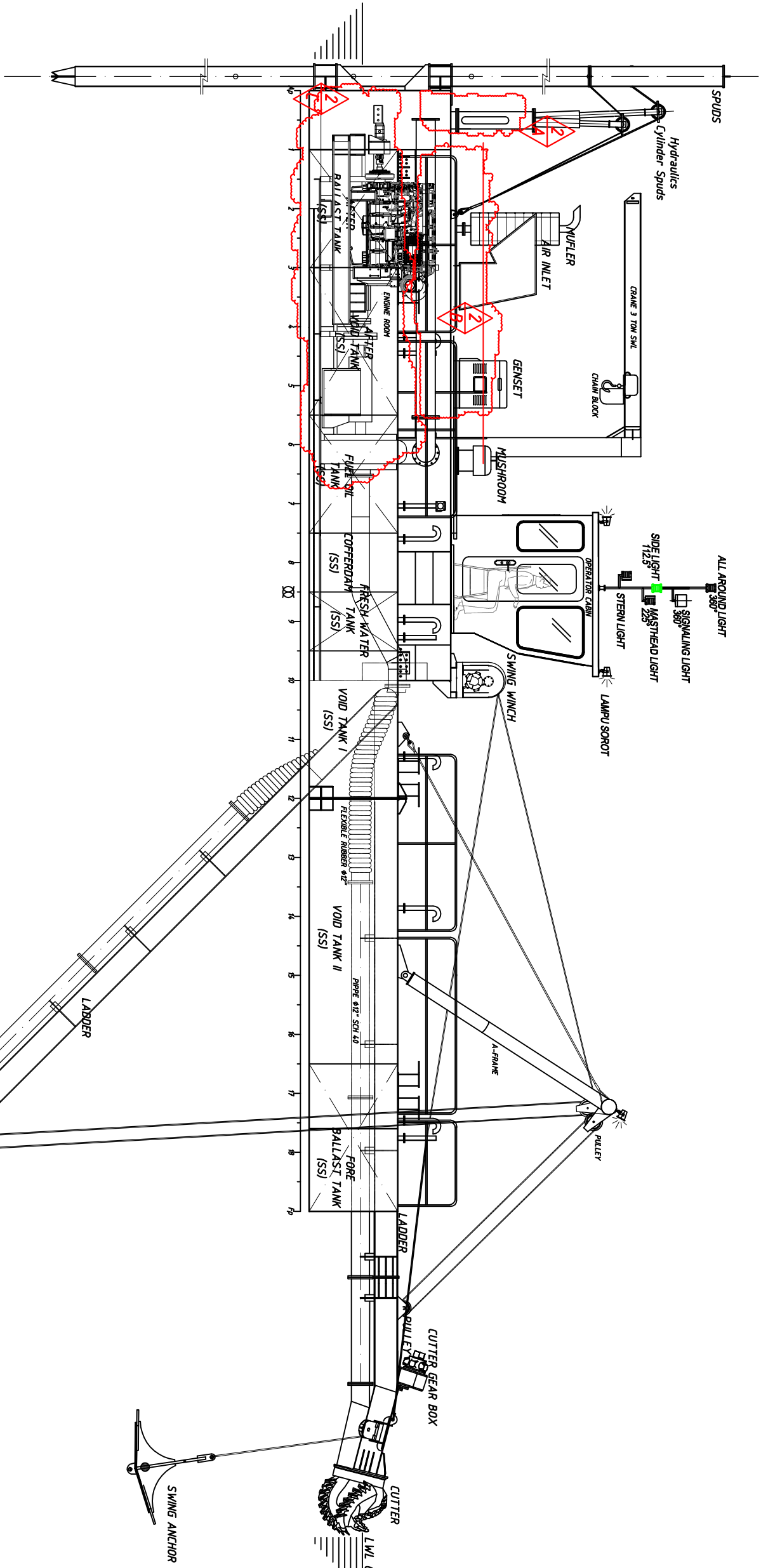
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

SG(H) Series Performance Curve in Clear Water

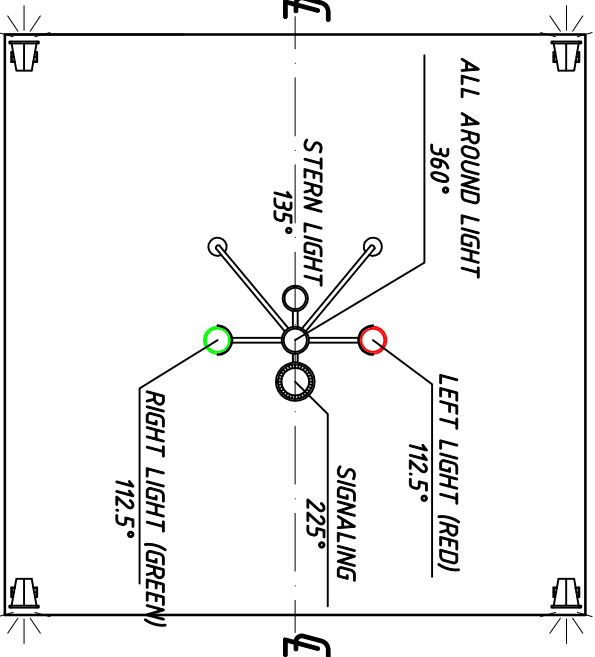
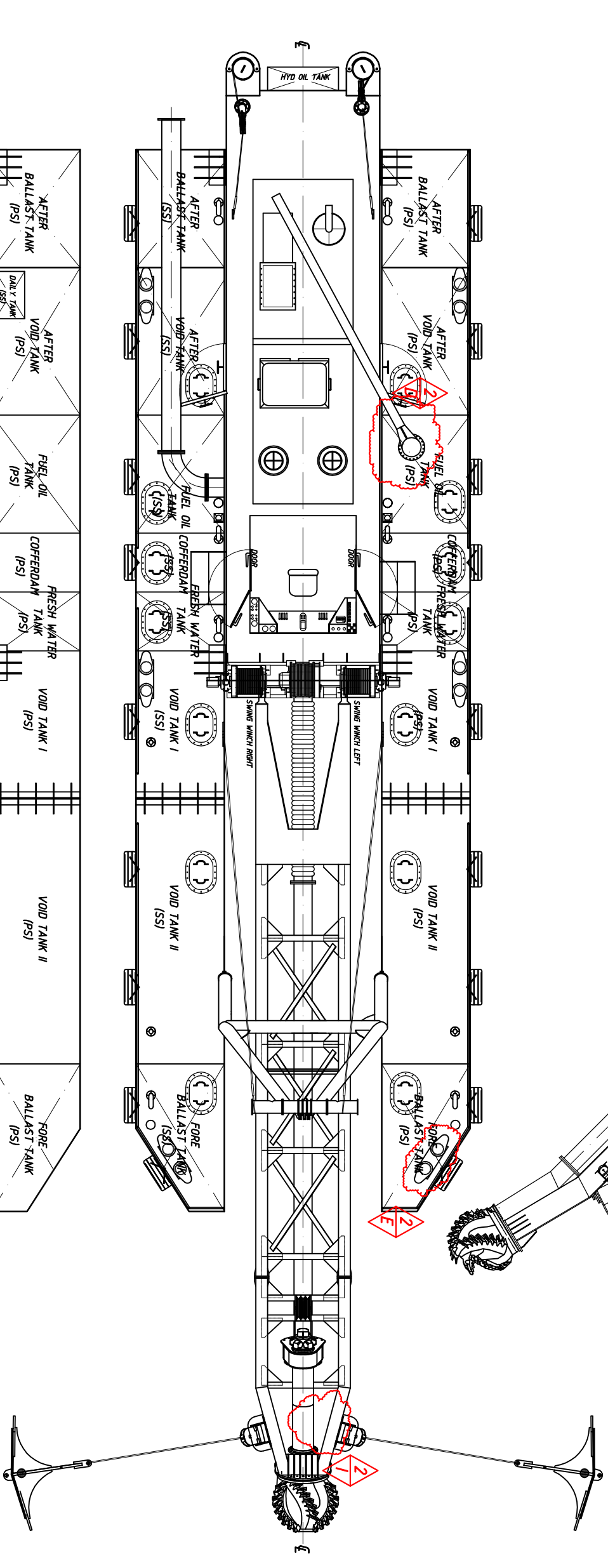
Size	Frame	Type	Max. Allowable Power (Kw)	Permissible Particle Size (mm)	Impeller : GGH1013				Pumping Chamber Material	Curve No.
					Vane No.	Type	Material	Impeller/Vane Dia. (mm)		
250	G	SGH	600	210	3	Closed	Metal	950 915	Metal	
	T		1200	Increasing 5% Power with Expeller Seal	Shaft Seal	Packing Seal				Date
	X		710			Expeller Seal With Expeller Ring Mechanical Seal				2006.8

H(m)

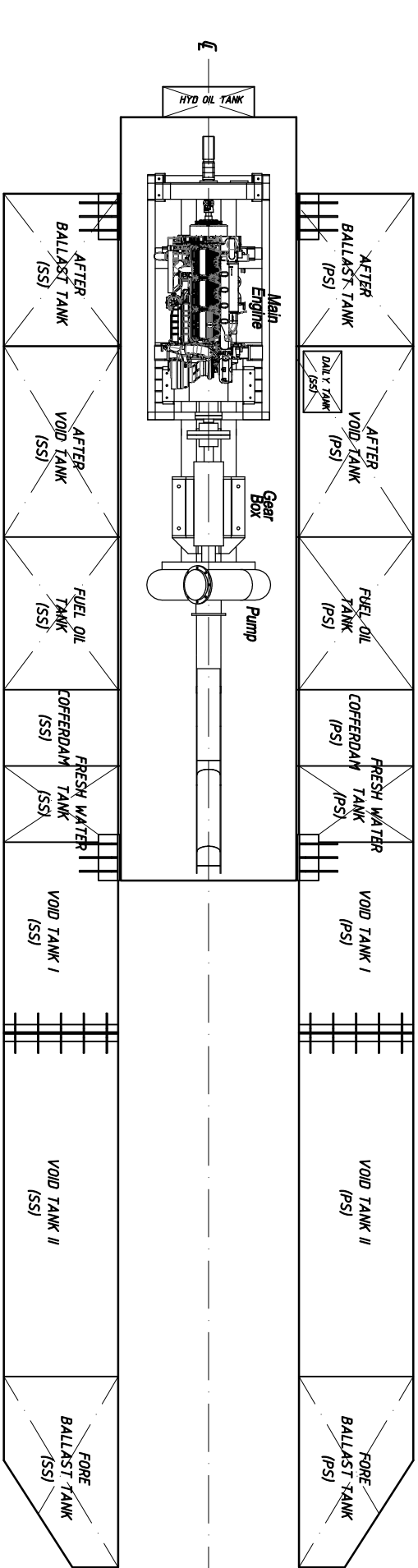




NO.	DECK CONTROL ROOM INFORMATION
1.	Ladder Winch lever (left)
2.	Spud Lever (left)
3.	Quick Lever (left)
4.	Swing Winch Lever (left)
5.	Swing Winch Lever (right)
6.	Quick Lever (right)
7.	Spud Lever (right)
8.	Ladder Winch Lever (right)
9.	Speed Controller (swing winch)
10.	Pressure Gauge (dredger pump)
11.	Vacuum Gauge (dredger pump)
12.	Cutter Controller Switch
13.	Hydraulic Cutter Gauge
14.	Hyd Winch & Spud Gauge (right)
15.	Hyd Winch & Spud Gauge (left)
16.	Electric Panel
17.	Engine Panel
18.	ME & Dredge Pump Lever
19.	AE Lever



PRINCIPAL DIMENSION	
Length Over All (LOA)	25.10 M
Length of Waterline (LWL)	19.50 M
Breadth (B)	5.66 M
Draught (T)	0.90 M
Height (H)	1.50 M
Length of Spud	15.00 M
Length of Lader - Cutter Head	14.00 M
Fuel Oil (SS & PS)	6.00 TON
Fresh Water (SS & PS)	3.80 TON
Hydraulic Oil	0.76 TON
Worker	3 PERSON
Displacement	73.28 TON
Dryweight	60.10 TON
Work Barge Type	CUTTER SUCTION DREDGER



Machinery Specification		YEAR : 2016		REVISION : 2		PROJECT NAME : KAPAL KERUK CSD - IP. GRATI		PROJECT NUMBER : B.00045-A	
Engine	: Marine CAT C18		NAME	DATE	SIGNATURE	DRAWING NAME : GENERAL ARRANGEMENT			
Power	: 600 HP		DRAWN BY			OWNER :			
			DESIGN BY			CLASS : NON CLASS			
Speed	: 1800 Rpm		CHECKED BY			DESIGNER :			
Dredge Pump	: SUNBOW PUMP		APPROVED BY			GROUP : ENGINEERING			
Capacity	: 1300 M3/hr					SCALE : 1:80			
Head	: 60 m	ALL RIGHTS RESERVED ARE PROPERTY OF PROJECTION SYMBOL				SIZE : A2			
Generator	: HIGHLANDER 15 KVA					SHEET : 3 OF 19			
DWG NO. : CSD-001-GA-2016									

- Keterangan :
- A : Perubahan pada penyangga Hydraulics Jack Spud, diperbaiki supaya jack spud tidak terlalu miring ketika beroperasi.
 - B : Railing pada deck main body dihilangkan, karena banyak asesoris pakka yang bisa difungsikan sebagai pagar (pagangan).
 - C : Gambar permesinan diganti yang sesuai dengan dimensi asli.
 - D : Posisi crane dipindah ke tangki bahan bakar. Agar tidak mengalami akses masuk ke kabin operator.
 - E : Posisi bodder digeser agak ke depan.
 - F : Perubahan volume tangki bahan bakar karena crane dipindah ke tangki bahan bakar.
 - G : Perubahan panjang total (LOA) dari 23.00 m menjadi 25.10 m. Karena terjadi perpanjangan pontoon 2 m
 - H : Perubahan panjang garis air (LWL) dari 17.00 m menjadi 19.50. Karena terjadi perpanjangan pontoon 2 m.
 - I : Penambahan Roll Block Swing /Penahan Pully Swing.

BIODATA PENULIS



Penulis adalah Siti Faridhah Raudhatun Naifah, yang lahir di Kota Malang, 27 Juni 1996. Merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di sekolah SMA Negeri 8 Malang dan melanjutkan perkuliahan di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Penulis masuk di ITS dengan menggunakan SNMPTN Undangan dan terdaftar dengan NRP 4213100010. Di Departemen Teknik Sistem Perkapalan ini penulis mengambil bidang Marine Manufacturing and Design (MMD). Penulis pada semasa perkuliahan aktif di beberapa bidang kegiatan baik dalam kegiatan

akademik maupun non-akademik. Penulis berharap jika karya tulis ini dapat menjadi manfaat bagi sekitar, guna memperdalam ilmu dan pengetahuan di bidang maritime dan perkapalan nasional serta kebutuhannya.